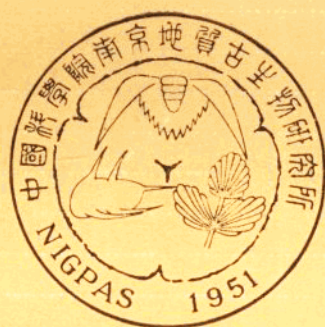


揚子區上寒武系

中国科学院南京地质古生物研究所 著



南京大学出版社

PDG

目 录

扬子区震旦纪含矿地层研究 ·····曹瑞骥 唐天福 薛耀松 俞从流 尹磊明 赵文杰	
前言·····	(1)
一、地层概述·····	(2)
二、区域地层对比·····	(11)
三、生物群面貌·····	(29)
四、主要岩石类型·····	(58)
五、沉积相和古地理轮廓·····	(65)
六、震旦纪沉积矿产·····	(74)
参考文献·····	(81)
英文摘要·····	(85)
图版说明及图版 1—23·····	(89)
湖北大洪山地区元古代地层和叠层石 ·····赵文杰 杨道政 吕学森 姚忠杰	
前言·····	(95)
一、剖面介绍·····	(97)
二、叠层石组合·····	(107)
三、地层的划分和对比·····	(111)
四、环境因素与叠层石形态的关系·····	(116)
五、化石描述·····	(120)
参考文献·····	(140)
英文摘要·····	(141)
图版说明及图版 1—17·····	(147)

CONTENTS

Research on Sinian Strata with Ore Deposits in the Yangzi (Yangtze) Region, China.....	Cao Ruiji, Tang Tienfu, Xue Yaotong, Yu Congliu, Yin Leiming and Zhao Wenjie(1)
Introduction (1)	
I. Strata (1)	
II. Stratigraphical Correlation (11)	
III. Aspect of Biota (29)	
IV. Main Rock Types (58)	
V. Sedimentary Facies and Palaeogeographical Outline (65)	
VI. Sinian Mineral Deposits (71)	
References (81)	
Abstract in English (85)	
Explanation of Plates and Plates 1—23 (89)	
Proterozoic Stratigraphy and Stromatolites in the Area of Mt. Dahongshan, Hubei	Zhao Wenjie, Yang Dazheng, Lu Xuemiao and Yao Zhongjie(141)
Introduction (95)	
I. Stratigraphical Sections (97)	
II. Stromatolitic Assemblages (107)	
III. Division and Correlation of Strata (111)	
IV. Relationship of the Stromatolitic Morphology and the Enviromental Element (116)	
V. Description of Stromatolites (120)	
References (110)	
Abstract in English (141)	
Explanation of Plates and Plates 1—17 (147)	

扬子区震旦纪含矿地层研究

曹瑞骥 唐天福 薛耀松

俞从流 尹磊明 赵文杰

(中国科学院南京地质古生物研究所)

前 言

1982年,中国科学院地学部组织开展“外生矿床成岩成矿作用”的专题研究。本项研究工作即属于本专题的一个组成部分。

在扬子区,震旦纪地层发育较全,具台地、斜坡及盆地相等多种沉积类型,隐藻结构(叠层石及核形石)相对发育,微古植物化石丰富。震旦纪地层蕴藏着具工业开采价值的磷块岩和菱锰矿。在震旦系顶板之上,沉积有隶属于下寒武统的石煤、磷、钼、重晶石和铀等具巨大潜在意义的矿产。同时本区震旦系在一定程度上也反映出前寒武纪最晚期的地史特征。

本项工作的范围主要限于中、下扬子区,大致包括湖北西北部,安徽南部,江西东北部和北部,江苏南部和浙江西部。上扬子区(四川、贵州、云南和陕南等地)的震旦系,由于70年代已进行过较系统的研究和总结(曹瑞骥等,1979),除新发现的或与本区有直接联系的地层或古生物方面的问题外,本文将不重复论述。

本区震旦系的研究工作开展较早。除1924年李四光确定湖北三峡区震旦纪地层的界限和分层标准外,1935年李毓尧、许杰测制了皖南休宁、兰田地区的震旦系剖面,确定冰碛砾岩层的存在,并将它与三峡震旦系剖面进行对比。1951年盛莘夫首次将浙江震旦系从前寒武系中分出,1959年全国地层会议浙西地层现场会议期间,刘鸿允、沙庆安重新厘定了浙西震旦系的涵义。江苏地区震旦系的系统研究相对较晚。1975年南京大学地质系师生在句容仑山原“仑山组”下部发现一套藻白云岩,将它归为灯影组。中国科学院南京地质古生物研究所唐天福、薛耀松和俞从流等详细测制了仑山灯影组剖面,并对南京幕府山、六合冶山和丹阳黄墟等地的震旦系作过详细观察和研究。除以上学者外,许多生产、教学和科研单位,还有不少同志对本区震旦纪地层和矿产进行过调查和研究,并著有研究报告。但因涉及的单位和学者较多,这里不能一一列举。

从1982年至1985年间,在前人工作的基础上,作者开展了野外地质调查,先后测制和观察了二十余条震旦系剖面(插图1),采集了剖面上的各类样品。通过野外考察、样品分析、测试、鉴定和研究,作者除对区内震旦系分层、古生物群面貌、生物相和沉

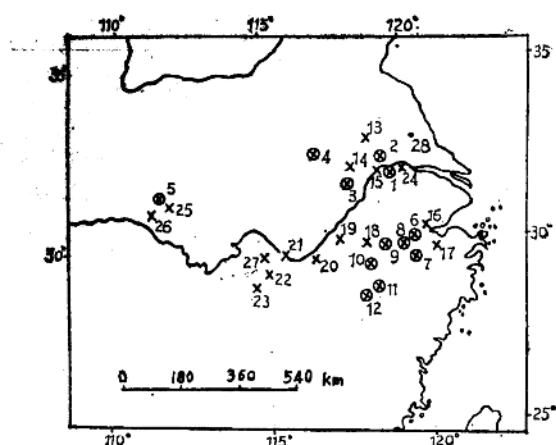


图1 中、下扬子区震旦纪地层实测和观察剖面位置图

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 句容仑山 | 15. 南京幕府山 |
| 2. 六合冶山 | 16. 余杭超山 |
| 3. 巢县洋汤 | 17. 绍兴坡塘 |
| 4. 寿县四顶山 | 18. 太平郭村 |
| 5. 南漳邓家崖 | 19. 石台丁香 |
| 6. 余杭泰山 | 20. 彭泽乐观 |
| 7. 诸暨邵家山 | 21. 广济竹银山 |
| 8. 富阳钟家庄 | 22. 武宁 |
| 9. 淳安黄金坪 | 23. 修水潭坪 |
| 10. 淳安余家 | 24. 丹阳黄墟 |
| 11. 江山新塘坞 | 25. 钟祥胡集 |
| 12. 上饶朝阳 | 26. 宜昌樟树坪 |
| 13. 盱眙 | 27. 通山城郊 |
| 14. 全椒黄栗树 | 28. 兴化戴窑 |
- 钻孔 x 观察剖面 ⊙ 实测剖面

积相的变化及沉积矿产等方面的问题进行较系统总结外,还较详细描述了藻类化石6属7种,疑源类9属18种,叠层石7群8形。这些资料对于区内开展震旦、寒武纪外生矿床成矿预测的研究及探索前寒武纪晚期地质发展史均有重要参考价值。但由于研究手段的限制,在当前工作中未进行同位素年龄和古地磁等方面的测定。

通过当前的工作,虽然获得了一些新的研究成果,但由于时间和人力所限,在不同的地区和地层层段上的研究进展是不平衡的。一般说来,在研究深度上赣东北和皖南地区较苏、浙地区为差,在取样精度上南沱组和陡山沱组较灯影组为低。这些不足之处,还有待进一步充实。

参加本文工作的主要研究人员有曹瑞骥、唐天福、薛耀松、俞从流、尹磊明、赵文杰等。此外,李军同志曾参加过一段时间的野外考察。在本文中所引用的古生物资料,除特别注明外,均为本文作者所鉴定。在本项研究工作中,曾得到卢衍豪和叶连俊两位教授的直接指导。野外工作曾得到浙江石油队罗璋、鄂西北地质大队王瑞祥,贵州地质局103地质大队朱育群,湖南地质局405地质队唐世瑜、陈永安和湖南地质局实验室郑钰纯等同志的大力帮助。本书的图表由闻美琴同志清绘,照片由陈锦云、毛继良同志协助摄制,电子显微镜照相由李懋、杨杰东同志承担,笔者在此谨致谢忱。

一、地层概述

以峡东剖面为代表的震旦系,在我国南方,特别在扬子地区分布很广。它与古生代地层构成扬子地台的第一个盖层。从整个扬子地台构造格局看,震旦系与下古生代地层之间的关系较与其下部地层更为密切。在震旦系沉积后,地壳基本上没有经受大规模的改造。在震旦系岩层当中,已知存在着一些侵蚀间断面(假整合面),但未发现由于造山运动而产生的重要不整合面。同时考虑到近年来在震旦纪地层中不断发现可疑的动物化石,目前将震旦系置于古生界的意见看来是值得重视的。扬子区的震旦系基本上属于稳定

状态的地台型沉积,尽管在区域岩相和生物相上表现出一定程度的变化,但各个地区的整套沉积序列特征是相近的。现对研究区内的震旦纪地层问题归纳为以下几节,进行讨论。

(一) 分层及特征

张文堂等(1979)主张,我国震旦系上界置于早寒武世梅树村阶的底界。但关于震旦系下界的确定,至今存在多种看法,主要有以下三种认识,即震旦系的底界置于:(1)莲沱组的底界;(2)晋宁运动所表现出的构造面;(3)南沱(冰碛)组的底界。本文赞同第三种认识,将震旦系的底界置于南沱(冰碛)组的底界。因为现有资料表明,在时代上与南沱组相当的冰川堆积,在世界各地,如朝鲜北部、苏联西伯利亚、澳大利亚南部、毛里塔尼亚、巴西等地均有分布。尽管这些地区前寒武纪最晚期的冰川堆积与南沱冰碛砾岩的堆积并不一定是严格同时发生的,但从现有同位素年龄资料分析,证明它们是相近时期的产物¹⁾。以冰川堆积作为震旦纪沉积的开始,这有利于震旦纪地层的区域对比,甚至洲际性对比。

关于震旦系顶、底界的确切年龄,至今尚无统一认识。国外不少学者估计寒武系底界年龄为6.0至5.5亿年²⁾,宜昌地质矿产研究所测定下寒武统水井沱组黑色页岩11个样品的Rb-Sr全岩等时年龄为 $615 \pm 20\text{Ma}$ 。中国科学院贵阳地球化学研究所同位素地质研究室(1977)估计南沱(冰碛)岩组底界年龄为 $700 \pm 20\text{Ma}$;近年来,曹仁关等(1985)将南沱组的年龄定为7.2亿年。根据现有资料分析,作者估计震旦纪起、止年龄为 $700 \pm 20 - 600 \pm 20\text{Ma}$ 。

震旦纪地层是一个上、下界线明显的地质体,由一套不变质或轻变质的沉积建造所组成。它可划分为下统(南沱冰碛组)和上统(陡山沱组、灯影组)两部分。下统以冰期和间冰期沉积为主,这暗示早震旦世是一个全球性降温时期。上统以广阔的浅海相沉积为主,富含磷质和有机质,生物化石丰富,这暗示晚震旦世是一个全球性返暖时期。在研究区的台地或边缘台地相区内,震旦系灯影组又可细分如下:

上覆地层		下寒武统
灯影组	上段	硅质条带白云岩层
		碎屑岩层
	下段	上贫藻层
		中富藻层
		下贫藻层
下伏地层		陡山沱组

1) H.M.邱马科夫, 1973; 欧洲晚前寒武纪冰川以及与其有关的一些问题。国外前寒武纪地层古生物资料(专辑)。地质科学院情报所编译。

2) K.蓝卡玛, 1973; 全球性的前寒武纪地层, 远景和原则。国外前寒武纪地层古生物资料(专辑)。地质科学院情报所编译。

灯影组微体植物化石不适用于海盆相沉积。

陡山沱组微体植物化石分布广泛,据作者及有关研究者对本区及邻区的研究,陡山沱组中不仅发现许多有生物地层意义的化石材料。从灯影组至南沱(冰碛)组,一

灯影组

微体浮游植物(疑源类)

<i>Protosphaeridium</i>	<i>Lophosphaeridium</i>
<i>Microconcentrica</i>	<i>Margominuscula</i>
<i>Trachysphaeridium</i>	<i>Orygmatosphaeridium</i>
<i>Leiosphaeridia</i>	<i>Favososphaeridium</i>
<i>Granomarginata</i>	<i>Eoaperturilites</i>
<i>Asperatoposphosphaera</i>	<i>Micrhystridium</i>
藻类化石	
<i>Vendotaenia</i>	<i>Megathrix</i>
<i>Tyrasotaenia</i>	

陡山沱组

微体浮游植物(疑源类)

<i>Microconcentrica</i>	<i>Eoaperturilites</i>
<i>Trachysphaeridium</i>	<i>Eotylotopalla</i>
<i>Micrhystridium</i>	<i>Zonosphaeridium</i>
<i>Baltisphaeridium</i>	<i>Lophosphaeridium</i>
<i>Comasphaeridium</i>	<i>Leiosphaeridia</i>
藻类化石	
<i>Microcellophycus</i>	<i>Salome</i>
<i>Xenosphaera</i>	<i>Doushantuonema</i>
<i>Cyanonema</i>	<i>Paratetrarhynchus</i>
<i>Halythrix</i>	<i>Oscillatorioopsis</i>
<i>Obconicophycus</i>	<i>Myxococcoides</i>
<i>Siphonophycus</i>	<i>Obruchevella</i>

南沱组(间冰期沉积层)

微体浮游植物(疑源类)

<i>Huroniospora</i>	<i>Ethmosphaeridium</i>
<i>Sphaerocongregus</i>	<i>Synsphaeridium</i>
<i>Bavlinella</i>	<i>Microconcentrica</i>
<i>Protosphaeridium</i>	<i>Gloeocapsomorpha</i>
<i>Leiominuscula</i>	<i>Eozygion</i>
<i>Lophominuscula</i>	<i>Micrhystridium</i>

以上材料表明在南沱冰期降温事件前后,微体植物群面貌发生急剧变化,这种变化明显表现为以下几点:

1. 由球形亚类占统治地位的微体植物组合逐步变化为多种类型,并出现数量可观的

刺球亚类分子的组合。在南沱间冰期除出现隶属 *Micrhystridium* 的刺球亚类极少数标本外, 其它皆为球形光面及少数具低平瘤饰的分子。但至陡山沱期, 不仅出现颗粒饰、瘤饰及加厚环带等形态特征异化的球形亚类的分子, 还出现数量颇多的刺球亚类的分子, 如 *Micrhystridium*, *Baltisphaeridium* 和 *Comasphaeridium* 等。

2. 在南沱间冰期沉积层中, 很少或没有出现明显呈丝状形态特征的微体藻类化石。但在陡山沱期, 据目前已报道的资料看, 就发现较多种形态异别的丝状微体藻类化石, 其中的 *Obruchevella*, *Cyanonema*, *Halythrix* 和 *Obconicophycus* 具有一定的生物地层学意义。

3. 表征为原核的球形细胞藻类化石(如南沱间冰期出现的 *Huroniospora*, *Sphaerocongregus*, *Eozygion* 等) 变化为陡山沱期出现的具大型细胞壁(或囊胞壁), 并附有突起装饰, 发生胶化现象的似真核藻类的细胞化石(如 *Xenosphaera*)。

以上变化反映在前寒武纪晚期南沱冰期降温事件之后, 随着海平面上升, 温度回升, 生物以不同寻常的速率繁衍和发展, 并随着海平面上升的不同阶段和梯度, 表现出同一区域不同时期的生物分异现象。另一方面, 临近前寒武纪最晚期, 围绕地球的水圈和大气圈发生着急剧的变化, 由冰期前相对还原的环境变化为接近显生宙的相对氧化的环境。加之浮游微体植物(疑源类)的繁衍和埋葬与沉积盆地水体的深度、水动力状况密切相关。所以, 前寒武纪晚期震旦系沉积期间, 多种金属或非金属矿藏也与微生物繁衍发展及至死亡和埋葬有密切关系。

扬子区震旦系中产有叠层石。但它们分布不广泛, 在地理位置上主要集中产出在浙西、赣东北及鄂西保康、襄樊一带。在层位上产出在陡山沱组上部 and 灯影组下段。它们通常以生物礁或生物层的形式出现在白云岩或灰岩中。在浙西和赣东北的西峰寺组中段(相当于灯影组下段)产出的叠层石代表分子有 *Conophyton zhejiangensis*, *Gaardakia jiangshanensis*, *Inzeria* f., *Linella* f. 等。在鄂西保康一带陡山沱组上部产出的叠层石代表分子有 *Conophyton* f., *Colonnella* f.。此外, 在陡山沱组之下一套碳酸盐地层(可能隶属早震旦世或前震旦纪)中, 分布 *Baokangella elegantula*, *Inzeria lacerata*, *Boxonia* cf. *pertaknurra*, *Linella crispa*, *Zhangdonglingella phacus* 等。

在扬子区震旦纪叠层石当中, 我们注意到如下几点: (1) 多数叠层石群, 如 *Boxonia*, *Linella*, *Inzeria* 等, 在全球具有较广泛的地理分布。在其它大陆, 它们产出的时代为晚里菲至文德期(大约为 1000—570Ma), 与扬子区叠层石产出的时代大体接近。看来, 它们是具有比较稳定地层意义的叠层石群。(2) 包含一些特殊的叠层石群, 如 *Baokangella*, *Zhangdonglingella* 等新群。从现有资料看, 它们分布不广, 仅局限于保康一带。(3) 出现数量较为丰富的 *Conophyton* 群, 这表明 *Conophyton* 群的灭绝时限已超出南沱冰期。

扬子区震旦纪微体化石及叠层石组合序列如表 1 所示。

● ● ● ● ●

南沱组(间冰期沉积层)

↓

沉积标志

在我国南方震旦纪地层中，隐藻碳酸盐沉积物发育，并有丰富的疑源类、微古植物和少量动物骨骼（海绵骨针、软舌螺）及软体动物印痕化石，可从古生物学角度提出大的时代及对比意见。但因其延续时间较长，而且并非每个剖面、层位都能找到可以鉴定

的化石，仅依据古生物进行震旦纪地层的具体层位对比，有时会有困难。因此，特征稳定的沉积标志、沉积序列及区域性地质事件，也是震旦纪地层划分和对比的重要依据。

扬子地台及邻区的震旦纪地层，可作为划分、对比标志的岩层（段）有下列诸层：

1. 冰碛物及冰水沉积物

震旦纪南沱冰期是一次全球性事件。这时期形成的冰碛物及冰水沉积物在扬子地台及邻区广泛分布。虽然由于各种因素的影响，其岩性及厚度变化极大，各地区剖面间的岩层难以逐一对比，但作为这次全球性地质事件的产物，它大致代表这期间内的沉积，在大的层位上应是基本一致的。其岩石类型有冰碛成因的泥砾岩，冰水沉积的含砾杂砂岩、含砾泥岩、页岩及纹泥，冰海沉积的含砾砂质泥岩等。它们从昆明、西昌一线以东直到长江下游地区均有分布。川西、滇东、黔北、及鄂西北地区，以陆上冰川及冰水沉积为主，湘、赣、皖、苏、浙等地区以冰海沉积为主。湖北西南部，湖南西北部及贵州东部，可能是陆上冰川-冰水沉积与冰海沉积交替的过渡地带。

2. 陡山沱组底部的含锰白云岩及铁、锰质层

贵州遵义松林剖面的陡山沱组底部，有厚6.2m的浅棕、肉红色含锰白云岩，称六井段。四川东南部、湖北西北部、湖南、江西、浙江、安徽等地区的相当层位，也有类似的白云岩层，含 MnO 1%左右，风化后呈桔红色或桔黄色，厚2—20m。在台地及其边缘地区分布较为稳定（唐天福等，1982）。在盆地相范围内，则常表现为铁锰质层或透镜体，如江苏丹徒县高桥、安徽休宁、兰田、黔东南三都地区。但是，四川盆地，贵州中部及云南东部的喇叭岗组或陡山沱组下部，主要为陆源碎屑岩，缺乏类似的沉积物；龙门山南段及川西地区的观音崖组主要为碳酸盐岩，下部或底部为碎屑岩，这一标志层性质也不清楚。

3. 陡山沱组含磷岩系

在扬子地台及其邻区，陡山沱组底部至顶部沉积具工业开采价值的磷块岩3—4层。在不产磷块岩的地区，也普遍含磷或有含磷迹象。显然，陡山沱期是我国最重要的成磷期之一，黔中、湘鄂西部及赣东北是最重要的聚磷区。在这些地区，厚层——块状磷块岩、藻磷块岩、内碎屑磷块岩、结核状磷块岩及薄层状硅质磷块岩是常见的类型。藻磷块岩可由叠层石、藻层纹、核形石、藻团粒等组成，是最重要的矿石类型。磷块岩往往与黑色页岩或白云岩共生，构成不同沉积序列的含磷岩系。在一些磷块岩发育的地区，常常具有代表潮坪环境的标志，或磷块岩本身就具有这些沉积特征。

4. 藻碳酸盐岩及渗流构造

灯影组下段的中部，在台地藻滩相范围内，普遍发育有化学成分很纯的藻白云岩（唐天福等，1980）。其中由渗流作用造成的各种构造极为发育。

在经常暴露的条件下形成的藻碳酸盐岩中，渗流构造是最特别而引人注目的特征。由于藻碳酸盐沉积物暴露后，在渗流水的溶解和蒸发沉淀双重作用下，原始沉积物经受了程度不同的改造，可以形成海绵状、云锦状构造，渗流豆粒及渗流层纹，示底沉积及栖息沉积构造，有时有渗流角砾构造，特别是葡萄状条带和花边状条纹发育，并常见蒸发成因的裂隙及白云石化了的石膏团块及假晶。在渗流作用的改造较弱时，可保存藻层

纹、粘液质泡沫所形成的藻白云岩及它们破碎形成的藻屑沉积物。与藻类作用有关并经渗流改造的各类组构的岩石,常组成频繁的韵律层(唐天福等,1980;Cao Ruiji and Xue Yaosong,1983)。

在潮间下部及潮下环境中,可有叠层状及层纹状藻碳酸盐及核形石的沉积,但渗流构造不发育。

上述各类藻碳酸盐岩,在四川、滇东、黔中及黔北、鄂西北、鄂东南、江苏、安徽、浙江、赣东北等地同期地层中均有分布,是浅水碳酸盐台地相的灯影组下段的良好标志。

5. 灯影组上段底部的陆源碎屑岩

灯影早期末,地壳上升,部分地区遭受剥蚀;灯影晚期初,地壳下降接受沉积时,台地范围内及边缘地区普遍有较丰富的陆源碎屑沉积。这一地质事件是灯影早期与晚期的分界,而陆源碎屑沉积物则是这一地壳运动的产物,可作为区域性对比标志。如,南江杨坝,灯影组下段的侵蚀面上堆积了厚17.4m的白云岩砾岩,其中有下伏的藻白云岩砾石,其上有黄灰色砂泥质岩及碳质硅质板状页岩,总厚达42.6m;南漳王家堡,在灯影组下段侵蚀面上有砾屑、砂屑磷块岩及藻层纹、藻豆粒磷块岩的堆积,磷块岩可灌入下伏地层的古岩溶洞穴中,深入到侵蚀面以下达60m左右,不规则地分布于藻白云岩层中。向南虽然侵蚀面不清楚,但乐山、峨眉、威远地区有蓝灰色泥岩;会理地区有蓝灰色泥岩、紫色泥岩及含泥硅质岩(殷继成等,1984);晋宁王家湾有紫红色含海绿石泥质粉、细砂岩及岩屑石英砂岩,与下伏灯影组下段为假整合接触(曹仁关等,1980)。

在下扬子地区及浙西,也有同样的表现(唐天福等,1981)。诸暨邵家山西峰寺组上段底部有砂岩及薄层硅质岩,与下伏地层为假整合接触;富阳钟家庄有厚23.2m石英砂岩;常山-上饶地区有蓝灰色、黄绿色页岩,厚1.25—33.7m;巢县泮汤有厚60cm黄色页岩,内夹磷屑砂岩(砂状磷块岩);修水安坪港有页片状碳质硅质页岩及碳质硅岩,厚约2m(图版14,图1)。

宜昌莲沱,灯影组白马沱段硅质条带白云岩底部,白云岩中含显著的陆源粉、细砂。我们认为这与上述地壳运动是有关系的,应属相当层位(见插图2)。

6. 硅质条带白云岩

灯影组上段的主体是隐晶白云岩、微晶白云岩、层纹状微晶白云岩、(含)砂屑或团粒的微晶白云岩等,夹有众多的黑色和白色硅岩(燧石)条带、条纹、透镜体或结核。硅岩条带宽一般在1—20cm之间。硅岩条带及成层分布的结核发育,甚至与白云岩构成韵律层,是该段岩层的一个显著特点。这种硅质条带白云岩,在扬子地台上及浙西的部分地区广泛发育,特征明显,是一个良好的对比标志。

7. 块状层纹状硅岩(燧石)

为具黑白交替的微波状层纹构造的块状燧石,成分较纯,没有或极少陆源物质,组成连续厚度达几十米至百余米的岩层。它是灯影组上段硅质条带白云岩的相变产物,在皖南称皮园村组,在湖南构成留茶坡组的下部;在台地边缘地区,灯影组上段顶部也常见其分布,厚达数米。其岩性特征与上覆下寒武统底部的黑色薄层状燧石明显不同,在浙江淳安余家及黄金坪可见二者为假整合接触关系(唐天福等,1981,1984)。

(三) 灯影期的构造事件

扬子区早震旦世结束后,一个新的地质发展阶段(晚震旦世)来到。这一阶段的特点是,在非常平坦的地形条件下,稳定的浅海相沉积居于统治地位。这一状况已明显记录在陡山沱组和灯影组中。在陡山沱组和灯影组沉积期间,地壳处于相对稳定状态,没有经历剧烈的和大规模的造山运动及相应的岩浆活动。但是,通过对区域上的灯影组的深入研究,我们初步查明了在中国南方灯影期内,确实存在一幕短时间的地壳升降运动,它直接影响到扬子区灯影组的沉积。为了鉴别在其它大陆相近时代有无相应构造事件发生,现对灯影组沉积期间发生的这一幕地壳升降运动作一简要的介绍。

在我国西南地区震旦系总结中笔者曾提到,在大巴山一带“灯影组上、下段之间存在一较显著的侵蚀面,下段遭受一定程度的剥蚀,故灯影组二分性颇为明显”(曹瑞骥等,1979,21页)。这一论述实际上已经暗示,在灯影期内中国南方一些地区曾发生一幕构造运动,它直接影响大巴山一带灯影期的沉积。但是关于这一构造运动的性质,影响范围及其意义等方面的问题,在当时没有进行深入探讨。

近年来新的资料证实,灯影中期的地壳升降运动不仅影响川北、陕南等地区的灯影组沉积,而且对湖北西北部及浙西也有明显影响。特别值得重视的是,由于这一运动影响而造成了一段时间的沉积间断,这对灯影组磷矿床的富集起了重要作用。现以襄樊市西南南漳县邓家崖一带灯影组剖面为例,进行讨论。

湖北南漳邓家崖灯影组实测剖面

下寒武统

土黄色粉砂质板状页岩,夹砂质灰岩或钙质砂岩薄层,页岩中富含云母片。

-----假整合-----

灯影组上段

9. 薄层及厚层泥晶白云岩,夹薄层硅质条带,具藻层纹,顶具侵蚀间断面。20m
8. 上部为中层状深灰-灰黑色微晶白云岩,具硅质结核;下部为具层纹结构的白云岩,夹硅质层纹状藻席,局部地方产形态不完整的层状叠层石 *Stratifera* f.。45m
7. 灰至灰白色泥晶或微亮晶白云岩,夹浅灰或灰白色燧石条带。70m
6. 灰白色微晶-细晶白云岩,厚层状至块状,具不十分发育的纹理。40余米
5. 磷矿层。由砾状磷块岩夹砂状磷块岩组成,时夹小的白云岩透镜体。在矿层底部见白云岩角砾,最大砾石长径70cm,短径30cm。2—2.5m

-----假整合-----

灯影组下段

上贫藻层

4. 多孔浅灰色中-薄层状白云岩,横向延伸不稳定,时而变薄或增厚,顶为凹凸不平的起伏面。2—3m

中富藻层

3. 浅灰色微晶白云岩,层纹状藻白云岩,具海绵状和鸟眼状结构,渗流层纹发育。30m
2. 灰-深灰色层纹状微晶白云岩,夹雪花状白云岩,藻层纹发育。12m
1. 米粒状核形石白云岩,夹具层纹状、海绵状、葡萄状及花边状结构的藻白云岩。39m

(与下部地层呈断层接触)

以上的剖面资料表明：（1）在湖北南漳一带，灯影组内部存在一明显的侵蚀间断面，灯影组上段假整合在下段之上；（2）灯影组下段遭受严重的剥蚀，在该剖面上，下段的上贫藻层只残留2—3m，几乎剥蚀殆尽（在川西北地区，下段的上贫藻层通常厚百余米）；（3）在灯影组上段和下段之间的侵蚀间断面上，沉积具工业价值的磷块岩矿床。

鄂西北另一些地区的灯影组剖面，亦见到类似现象。保康马桥九里川，灯影组下段亦遭受一定程度的侵蚀。有关鄂西北及其邻近地区灯影组下段遭受剥蚀的情况，列表示意（表2）。

表2 川北、陕南、鄂西几个震旦系剖面对比简表

地 点 层	四川南江杨坝	陕西南郑梁山	湖北保康马桥	湖北南漳邓家崖	湖北宜昌樟树坪
下寒武统	郭家坝组	宽川铺组	宝石坡组	水井沱组	水井沱组
震 旦 系	灯影组上段	灯影组上段	灯影组上段	灯影组上段	灯影组上段
	灯影组下段				
	上贫藻层		上贫藻层	上贫藻层	上贫藻层
	中富藻层	中富藻层	中富藻层	中富藻层	中富藻层
	下贫藻层		下贫藻层	下贫藻层	下贫藻层
	喇叭岗组		陡山沱组	陡山沱组	陡山沱组
			南沱组	(未见底)	南沱组
前震旦系	火地垭群	花岗岩	神农架群		蛇岭群

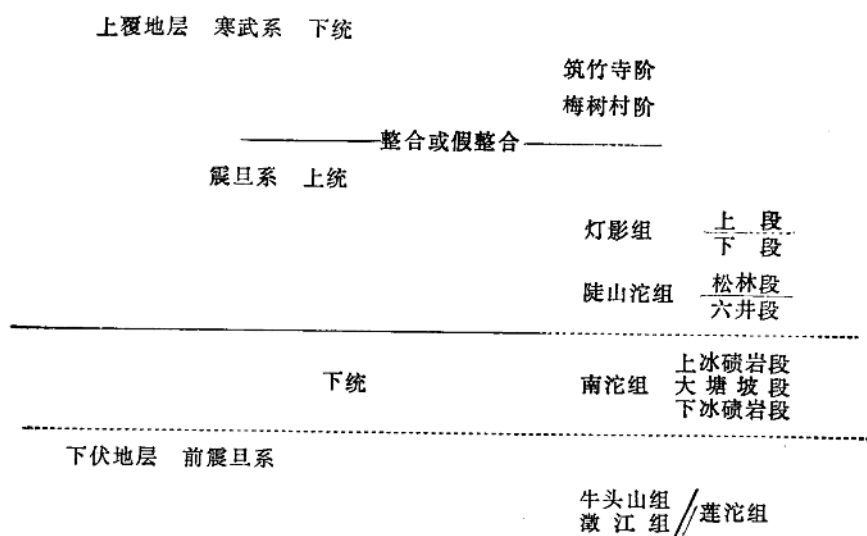
从现有资料看，灯影中期的构造事件主要表现为地壳局部的升降运动。它不同于大规模的造山运动，没有引起整个构造格局的重建，也没有引起古地理环境发生根本变化。当灯影组下段沉积后、上段沉积前，由于地壳局部隆起，原先的沉积物（岩）（灯影组下段）暴露水上，并遭受不同程度的剥蚀。从现有资料看，这期上升运动幅度小，周期短，局部隆起的地壳在短时期内又恢复到原先的水平位置，并逐步接受灯影晚期的海侵。故灯影组上段在区域上可以超覆在下段的不同层位之上。根据区域地质资料分析，在大巴山、陕南及鄂西北一些地区，灯影组下段缺失幅度较大，故推测这幕升降运动主要发生在现今的川、陕、鄂境内北纬32°线附近。但它的影响的范围较广，在中国南方大片地区的灯影组受其影响而表现出明显的二分性。如上所述，在鄂西北一些地方，具工业价值的磷块岩矿床往往沉积在由于此幕升降运动而形成的侵蚀间断面之上。矿床的规模似乎与侵蚀程度有着一定的联系。因此进一步对灯影中期这一构造事件进行

深入研究，有助于发现和找寻新的矿产资源。

必须指出，除灯影中期存在上述升降运动外，在灯影期末、早寒武世前，扬子地台及邻区普遍上升，黔北、川南和浙西南部地区尤为强烈，从而使灯影组上段地层在一定程度上也遭受到剥蚀，下寒武统常覆盖在灯影组不同层位之上。下寒武统底部（即灯影组顶界面之上）有时亦沉积含硅质成分较高的胶磷矿层，但通常矿层薄，品位低，不具工业价值。

二、区域地层对比

根据上述区域性地质事件，生物学及岩石学特征，生物——沉积形成的岩石类型的分布，扬子地台区震旦系的理想沉积序列如下：



现以上述序列为基础，讨论震旦系的区域地层对比问题。

（一）区内对比标准

在扬子地区碳酸盐台地上，震旦系总的沉积和序列大致相仿，各地地层均可对比（表5，插图2）。但由于环境变化造成岩性的差别，灯影早期末局部地壳上升和震旦纪末区域性地壳上升造成部分地层被剥蚀，加上各家对上述现象认识上的差别，造成地层划分和对比上的不同。本文认为对一些重要层段的对比有再次进行讨论的必要。

1. 南沱组

三峡地区南沱组主要由黄绿、灰绿、绿色冰碛含砾泥岩组成，顶部一般有厚20—30cm冰水纹泥层。在黔东及湘西，与上述岩性相似的地层之下，有一套黑色碳质页岩系，底部有碳酸锰产出，总厚12—200m（王砚耕等，1979），其下有厚2m至数十米含砾砂岩，内可见落石。黔东、湘西这一套地层，王砚耕等（1980）称之为南沱组，并自

下而上划分为Ⅰ(下冰碛岩段)、Ⅱ(大塘坡段)、Ⅲ(上冰碛岩段)三个岩性段;在湘西及黔东,它覆于莲沱组或板溪群之上,在桂北三江地区则覆于富禄组之上。季金法、杨悌君(1984)则把这三个岩性段称为下冰碛岩段、间冰期含锰段及上冰碛岩段。他们都把它作为莲沱组或富禄组之上、陡山沱组之下的一个地层单位。

对上述南沱组三个岩性段的对比,廖士范(1974)和刘鸿允等(1983)有不同的认识:将南沱组下冰碛岩段、间冰期黑色页岩(含锰)段及上冰碛岩段分别与桂北长安组、富禄组及南沱组对比。因此,大塘坡段(含锰段)是南沱冰期之间的间冰期沉积,还是长安冰期与南沱冰期之间的间冰期沉积,是目前争议的焦点。

在黄陵背斜西北的神农架背斜周围,南沱组冰碛岩(厚300—365m)之下有厚15—50m黑色碳质页岩,其中有时夹碳酸盐岩、粉砂岩及石煤,在巴东小溪覆于莲沱组的含砾长石石英砂岩之上,在兴山石槽河则覆于五子坪群的燧石条带灰岩之上(杨开济,1964)。从岩性特征来看,这一套碳质页岩应可与湘西、黔东南沱组大塘坡段对比,沉积时代应晚于莲沱期。南沱组下冰碛岩段在该区似乎不存在。但该地区的地层序列可以证明,大塘坡段应是南沱冰期之间的间冰期沉积形成的地层,而峡区南沱组很可能仅与黔东、湘西南沱组上冰碛岩段相当。

自滇东向北至四川金阳地区、向东至贵州开阳地区,南沱组厚12—82m,岩性序列一致:下部为紫红色冰碛泥砾岩,上部为冰水或河、湖相紫色页岩、粉砂质泥岩、夹粉砂岩或细砂岩(刘鸿允等,1983;殷继成等,1984;曹仁关等,1985)。这是一套从冰碛变为冰水沉积的序列,在大部分地区与陡山沱组为连续沉积。其下未见间冰期黑色岩系的地层,在滇东与下伏地层牛头山组或澄江组为假整合或微角度不整合接触(熊家镛,1982),在黔中则假整合于莲沱组之上(王砚耕等,1980)。因此,该地区南沱组可与遵义松林及宜昌莲沱南沱组对比,实际上也只相当于黔东及湘西南沱组上冰碛岩段(插图3,表5)。

豫西罗圈组下部为冰碛岩,上部为黑色、灰色、灰绿色页岩及砂岩(李钦仲,1980;张文堂等,1979)。陕西洛南上张湾罗圈组上部,深灰色板岩的同位素年龄值为722.3Ma(全岩Rb-Sr法)(曹仁关等,1985),而湖北长阳及湖南花垣地区的大塘坡段的同位素年龄值为739Ma(王曰伦等,1980)、737Ma及 728 ± 27 Ma(Rb-Sr等时线)(唐世瑜,1983¹⁾)。这些年龄值十分接近。张文堂等(1979)还在陕西礼泉唐王陵发现罗圈组黄绿色泥砾岩为相当凤台组的白云岩砾岩覆盖。1985年,曹瑞骥与Walter观看淮南闪家村凤台组时,发现白云岩砾岩夹有薄层冰水纹泥层,一致认为凤台组为冰川-冰水成因。这样,豫西-淮南地区罗圈组和凤台组也具有类似南沱组的下冰碛-间冰期沉积-上冰碛的沉积序列,且两地的间冰期沉积地层具有相近的同位素年龄值。因此,凤台组和罗圈组可与南沱组对比(表3)。

2. 陡山沱组

在台地相范围内,陡山沱组下伏地层(南沱组冰碛岩)及上覆地层(灯影组白云岩)岩性特征明显,因而易于进行划分和对比。在盆地相和部分斜坡相范围内,震旦系

1) 唐世瑜, 1983: 湘西下震旦统的划分与对比。湖南地质科技情报, 1983年第1期。

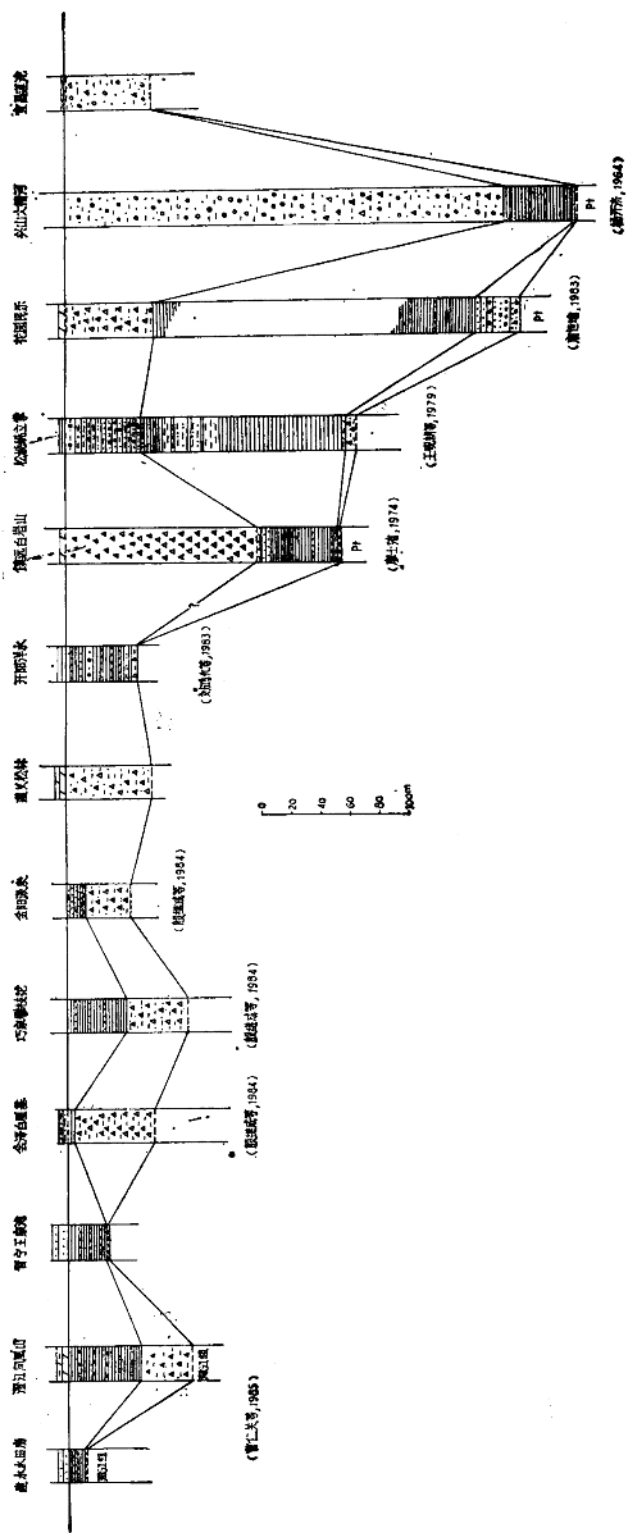


图3 扬子区震旦系南沱组柱状剖面对比图