

中国南方岩相古地理系列丛书

# 中国南方震旦纪岩相古地理 与成矿作用

夏文杰 杜森官 徐新煌 毕治国 著  
殷继成 李世麟 张长俊 伊海生

地质出版社

(京新登字 085 号)

## 中国南方岩相古地理系列丛书编委会

顾问：王鸿祯 业治铮 关士聪 曾允孚  
主编：刘宝珺  
副主编：许效松（常务） 夏文杰 吴应林 蒲心纯 陈宏明 张锦泉 周铭魁  
潘杏南 王立亭  
编委：（以姓氏笔划为序）  
王东坡 王汝植 王 剑 刘文均 朱宏发 李文汉 李连生  
李志明 陆彦邦 杜森官 陈家怀 吴祥和 周怀玲 周浩达  
赵时久 徐安武 徐 强 殷继成 黄慧琼

### The Editorial Board for Collected Works of Lithofacies and Paleogeography of South China

**Consultants** Wang Hongzhen Ye Zhizheng Guan Shicong  
Zeng Yunfu  
**Editors in-chief** Liu Baojun  
**Vice editors in-chief** Xu Xiaosong Xia Wenjie Wu Yinglin  
Pu Xinchun Chen Hongming Zhang Jinqian  
Zhou Mingkui Pan Yingnan Wang Liting  
**Editors** Wang Dongpo Wang Ruzhi Wang Jian Liu Wenjun  
Zhu Hongfa Li Wenhan Li Liansheng Li Zhiming  
Lu Yanbang Du Senguan Chen Jiahuai Wu Xianghe  
Zhou Huailiang Zhou Haoda Zhao Shijiu Xu Anwu  
Xu Qiang Yin Jicheng Huang Huiqiong

中国南方岩相古地理系列丛书  
中国南方震旦纪岩相古地理与成矿作用  
夏文杰 杜森官徐新煌 毕治国 殷继成 等著

\*  
责任编辑：王章俊 王培生  
地质出版社出版发行  
(北京和平里)  
北京地质印刷厂印刷  
(北京海淀区学院路29号)  
新华书店总店科技发行所经销

\*  
开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张：7.375 插页：2页 字数：166000  
1994年3月北京第一版·1994年3月北京第一次印刷  
印数：1—700册 定价：6.70元  
ISBN 7-116-01446-2/P·1180

## 中国南方岩相古地理系列丛书简介

中国南方岩相古地理系列丛书，是80年代沉积地质学领域的最新研究成果。它包括“中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿”、“中国南方岩相古地理图集（震旦纪—三叠纪，中文版和英文版）”、“中国南方震旦纪至三叠纪八个地质时代的岩相古地理与成矿作用”七本专著，以及各地质时代不同专业学科的研究论文集等四个方面的内容。

该系列丛书是地质矿产部“七五”期间重点攻关项目——中国南方岩相古地理及沉积层控矿产远景预测的科研成果汇编。研究工作由成都地质矿产研究所刘宝珺教授、许效松研究员主持和负责实施；采取地质勘查、科研和院校联合大协作攻关方式，组织了南方有关省、区地质矿产局、石油局、地质矿产部所属的地质矿产研究所及地质院校等29个单位参加；以地质多学科的综合分析为手段，从研究大陆边缘盆地演化入手，分析中国南方震旦纪至三叠纪的沉积、构造和成矿作用演化。该成果追踪了世界同领域学术发展趋势，既有高水平的学术理论，又有显著的地质和找矿效益，是当前我国沉积地质学领域具有里程碑意义的大型科研成果。

80年代后期，岩相古地理学作为沉积地质学的重要分支，其研究范围早已跨越了沉积岩石学、沉积相分析和恢复海陆分布的研究范畴。当代沉积地质学的研究中，把地球作为宇宙天体中的一个点，以全球构造活动论的观点、沉积地层全球同时性和穿时性可对比的新思路来分析大陆边缘演化史。通过充填物沉积体系域的特征、几何形态和组构，恢复大陆边缘沉积堆积场所的性质，揭示堆积场所的构造活动、海平面相对升降和物源三者之间的关系，以及相关的各种地质事件，从而定量模拟大陆边缘地动力演化模式和恢复各块体的相对位移和形变历程，并以此为依据，重塑古海洋和古大陆的变迁。

在中国南方震旦纪至三叠纪岩相古地理研究中，首先把研究区作为全球的一个点，然后从盆地性质、类型和相互配置关系以及极移曲线等诸多方面，来恢复各块体的相对位置和相关性，即时间上和空间上的沉积地壳。所编制的岩相古地理图，更接近恢复大陆边缘性质的第三代岩相古地理图。

在盆地研究方面，丛书中精辟地论证了扬子板块边缘在晚元古代至早古生代的构造和沉积演化，以及在地质历史中沉积相的时空配置。用反剥法恢复盆地构造沉降史，证明早期沉降力以拉张力为主，晚期以热沉降为主，并建立了崭新的大陆边缘前陆盆地演化模式和动力机制。动态定量模拟的结果，说明扬子板块为俯冲块，华夏板块为仰冲块。华南造山带中保存有世界上老造山带最完整的前陆盆地，其造山模式有别于经典造山带，取名为“南华式”造山模式。

近几年对碳酸盐台地研究侧重于动力演化。丛书中除了介绍地质历史演化中碳酸盐台地的特征和相模式外，还论述了碳酸盐台地的形成、发展和消亡。碳酸盐台地的增生边界，受控于不同地史阶段基底构造。早古生代前碳酸盐台地建筑在缓坡的基础上，其增生、扩大，与盆地热沉降和海平面主体下降同步，它的消亡系造山期海平面相对上升的结果，继而转为淹没台地。晚古生代碳酸盐台地加积、扩大，与海平面主体上升同步，而台地的消

亡是中三叠世开始的造山和板内挤压的结果。这一认识把碳酸盐台地的形成和消亡，与大地构造、全球海平面变化和动力演化机制结合起来，发展了碳酸盐台地的研究内容。

层序地层学是80年代国际地质界瞩目的研究领域，它的成果不仅是分析盆地的重要基础材料，而且也是恢复海陆变迁，以及与全球一级和二级旋回对比的重要依据，同时也是研究全球大地构造的重要窗口。本系列丛书特点之一，是以层序地层学的基本原理为指导，研究宏观地质体和露头追索，确认了在海平面升降周期中不同沉积体系域的特征标志和界面的性质，建立了被动大陆边缘层序，而且还区分拉张充填型层序和挤压型层序的基本特征。通过层序分析，得出南方海相地层在震旦纪至三叠纪的地史中，曾有过与全球相当的两次一级海平面的升降周期。海平面主体上升时处于大陆边缘拉张阶段，海平面下降时为挤压造山阶段。这项研究为我国沉积学界从露头上进行层序地层学分析，开创了良好的开端。

本系列丛书的另一重大的特点是反映了沉积地质学和岩相古地理研究与成矿作用的关系。盆地中的成矿作用是地质历史演化旋回中盆地构造演化、沉积演化、成岩演化以及各种地质事件综合作用的结果，把沉积-构造-成矿看成是盆地地质作用的统一体，提出了“盆、相、位”三位一体和“统一地质场”的成矿理论，开拓了新的找矿思路。总结了各地质时代的层状矿和层控矿的控矿条件，以及成矿远景区的地质依据，并取得了显著的找矿效益。

综观这套南方岩相古地理系列丛书，跟踪了80年代国际沉积地质学和岩相古地理学的发展趋势，全面阐述了中国南方板块沉积地壳的活动史、沉积史和成矿史，突出了盆地分析和盆地演化、事件和成矿作用的主线，恢复和重建了不同地质历史时期的古地理单元、建立了扬子和华夏板块的地球动力演化模式。其研究内容和所涉及的问题，当前国内外地质界均极为关注，它的面世也必将引起地质界的重视。我们希望此系列丛书的出版，对倡导和推动我国沉积学的新发展能起到应有的作用。

中国南方岩相古地理系列丛书编委会

1991年10月

## 序

地质矿产部“七五”重点攻关项目“中国南方岩相古地理及沉积、层控矿产远景预测”的科研成果：包括项目总报告专著、“1:500万中国南方岩相古地理图集”、震旦纪至三叠纪各断代岩相古地理及成矿作用系列专著。总报告是全部成果的系统总结和理论概括。研究成果的出版在我国岩相古地理及其与沉积成矿关系的研究方面具有里程碑的意义。我谨在此表示衷心的祝贺。

古地理和古地理图编制是地质科学中历史较长的一个学科分支。古地理研究的基础是地层学和沉积学，主要方法是沉积环境和沉积相分析。而大区域以至洲际的古地理研究和小比例尺系列古地理编图则必然涉及构造分区和构造发展阶段等问题。

近半个世纪以来，美国很少出版系列古地理图件和图集。40年代末有A. J. Eardley (1951)的关于美国古地理和构造格局的著作。50年代末60年代初有L. L. Sloss的美国概略的系列古地理图和沉积厚度图。60年代初W. C. Krumbein和Sloss (1963)的地层学和沉积学专著具有广泛的影响，其中Sloss关于层序地层概念及其洲际对比的研究对现代地层学起了很大的作用。原苏联在40年代形成了历史构造学派，以V. N. Strahor和A. B. Ronov等所做的全苏以至全球性古地理编图，在一定意义上是这个学派的产物。60年代A. P. Vinogrador等进行了大规模古地理编图工程(1964, 1968)，80年代V. E. Khain及Ronov等(1984)开展全球性图件的编制也是继承了这个传统，至今还没有可以与之相比的成果。

沉积环境和沉积相模式的研究在70年代经过G. M. Friedman、A. G. Reading、J. L. Wilson和R. C. Selly等的努力和总结，有了很大的提高。从70年代后期到80年代，P. R. Vail等(1977, 1984)和A. D. Miall (1984, 1990)的工作主要是向着层序地层学和沉积盆地分析的方向发展，但也为高分辨地层学和高精度古地理制图提供了基础和方法。

我国一向重视古地理研究和古地理图的编制。40年代末到50年代初，刘鸿允先生在黄汲清教授指导下，编制出版了一部中国全国断代古地理图集(1955)，功不可没。我在80年代初组织编制的中国古地理图集和说明书(1985)，虽然力图在整体格局上遵循构造活动论的思想，但限于当时的条件，在岩相图例上只能使用沉积组合的概念，并进行概略的构造分析。

由刘宝瑛教授和许效松研究员组织完成的当前的项目成果之所以具有里程碑的意义，是由于它具备了以下几个重要特征。

第一，从学术指导思想说，它吸取了80年代沉积地质学的先进理论和构造活动论，力图把中国南方地区放在沉积地壳总体演化的背景上予以分析。虽然实际研究范围限于中国南方，研究时代范围限于震旦纪到三叠纪，但其研究途径都具有一定的综合性和全球性。

第二，从研究的深度说，它充分运用了70年代以来中国南方地区沉积相研究的最新成果，并以大陆边缘为重点，系统地、具体地进行了各断代沉积环境及其演变分析，并由此深入到层序地层和海平面变化的初步研究，具有开创的意义，对沉积古地理和地层学的

学科发展也具有一定的推动作用。

第三，从研究的广度说，它始终强调了构造控制盆地、盆地控制沉积的正确观点，不独对中国南方的基底构造作了回顾和分析，同时在沉积盆地分析方面也充分注意了构造作用和构造沉降的影响。在此基础上进一步提出了中国南方大地构造发展的历史阶段，在不少方面具有启发意义。

第四，从研究的方向说，它坚持了基础研究与应用研究相结合的道路，把沉积矿产和层控矿产的成矿作用，作为盆地沉积演化、构造演化和地质事件相互联系和影响的结果。不独对元素富集过程与各种事件的联系进行了探讨，同时具体提出了成矿域和成矿带，为今后的找矿工作提供了科学依据。

第五，从科研工作的组织和效率来说，是一项复杂的科研系统工程，这样一个包括几十个单位、几百名成员的大项目尽管在立项前做过一些前期工作，但项目实施从立项到最后提交全部成果，前后不足5年。在工作过程中，既发挥了广大研究人员的积极性和创造性，集中了群众的智慧，又组织了多种形式的业务讲习和学术交流，使广大成员在业务素质方面获得了锻炼和收益，对提高地层和古地理工作水平产生了广泛的影响。

最后，我感到项目成果不但总结了我国南方岩相古地理及有关研究的重要成就，同时也为今后我国南方以及全国地层及古地理研究开辟了广阔的前景。层序地层学和海平面变化的研究是当代地质科学的前沿研究领域。扬子古大陆及其边缘研究历史较长、程度较高，是开展这方面研究的理想地区。当前的项目成果已在层序地层和海平面变化方面作出了良好的开端，在盆地性质和构造格局方面也作了有益的探索。我相信今后在我国南方地区进一步开展这方面的研究，必将获得更为丰硕的成果，也必将在历史大地构造以及全球构造方面提供踏实的依据，推动地层学、沉积学、古地理学以及有关学科的前进和发展。

我再一次向项目主持人和广大项目成员表示由衷的祝贺和敬意！

王鸿祯  
1992年3月于北京

# 目 录

前言 .....	1
第一章 区域地质 .....	3
第一节 地层 .....	3
一、地层分区 .....	3
二、地层划分与对比 .....	3
第二节 震旦纪基底构造格架 .....	10
一、前震旦纪地层层序 .....	10
二、前震旦纪构造的演化 .....	10
三、震旦纪基底构造单元的划分和特征 .....	10
第三节 震旦纪古构造格局 .....	17
一、同沉积断裂和火山活动 .....	17
二、震旦纪构造单元的划分和特征 .....	17
第二章 沉积相和古地理特征 .....	24
第一节 早震旦世早期——莲沱期 .....	24
一、沉积相类型和特征 .....	24
二、沉积相展布、演化和沉积模式 .....	34
三、古地理特征 .....	36
第二节 早震旦世晚期——南沱期 .....	39
一、沉积相类型和特征 .....	39
二、沉积相展布、演化和沉积模式 .....	48
三、古地理特征 .....	49
第三节 晚震旦世——陡山沱期和灯影期 .....	50
一、沉积相类型和特征 .....	50
二、沉积相展布、演化和沉积模式 .....	59
三、古地理特征 .....	61
第四节 构造古地理特征 .....	64
一、岩相古地理的时空展布和演化 .....	64
二、沉积盆地类型和特征 .....	66
三、构造—沉积演化特征 .....	70
第三章 矿床地质特征和成矿规律 .....	71
第一节 层控矿产 .....	71
一、矿床地质特征 .....	71
二、成矿作用 .....	83
三、控矿地质条件和成矿带 .....	84
第二节 沉积矿产 .....	90
一、矿床地质特征 .....	90

二、控矿地质条件和成矿带 .....	97
结语 .....	102
参考文献 .....	105
英文摘要 .....	107

## 前 言

本专著系地质矿产部“七五”重点攻关项目“中国南方岩相古地理及沉积、层控矿产远景预测”中所属二级课题的研究成果。研究课题由成都地质学院和安徽地质矿产局区调队负责，参加单位有湖北地质矿产局区调队和第八地质队、湖南地质矿产局研究所和407地质队、贵州地质矿产局区调队和广西地质矿产局区调队。云南地质矿产局区调队参加了部分野外工作。

震旦系是南方最古老的盖层，分布广泛，沉积类型复杂多样，是我国重要的含矿层位之一，含有丰富的磷、锰、铁、铅锌等沉积、层控矿产。前人对南方震旦纪的地层、岩相、古构造、矿产等方面进行了大量工作，取得了丰硕的成果。关士聪教授、王鸿祯教授主编的岩相古地理图册的先后问世及各省（区）区域地质志的陆续出版，为本课题的研究奠定了良好基础。但各地区研究程度很不平衡，扬子区程度较高，资料比较丰富，而华南区则相对较低。由于震旦系中所含生物化石稀少，加上华南地区遭受多次强烈的构造变动，均有不同程度的变质，从而增加了研究的难度。因此还存在不少重大分歧和争议。

在前人研究的基础上，本课题以板块理论为指导，系统深入研究了南方震旦纪岩相古地理特征、展布和演化，按组编制了四幅岩相古地理图；并将岩相古地理研究与古构造分析紧密结合，研究了基底构造性质和震旦纪古构造格局，分析了沉积-构造的演化特征，划分了沉积盆地类型；还将沉积-构造演化与成矿作用研究紧密结合，重点研究了锰、磷、铁、铅锌等主要沉积、层控矿产的地质特征、成矿机制和控矿地质条件，尤其是与岩相古地理的关系，进行了成矿带的划分和成矿远景预测。

由地质矿产部科技司、中国地质科学院主持，于1990年12月，以乔秀夫研究员为主审，王鸿祯教授、马丽芳研究员、蒲心纯副研究员和刘文均副研究员为委员的评审小组审查通过了该研究报告，认为“研究成果在我国南方震旦纪岩相古地理研究中，较为系统、全面，居领先水平。它是板块构造格局为背景，以岩相为基础，采用多学科的研究方法，对震旦纪地层、沉积、火山活动、构造……全面的研究，属优秀科研成果”。并建议公开出版发行。

二级课题之下设置了10个三级课题，提交了11份研究报告，为二级课题的总结提供了重要的基础资料，本专著是在二级课题研究报告的基础上提炼修改而成的。参加研究报告和本专著编写的人员分工为：前言夏文杰；第一章殷继成、毕治国、杜森官、夏文杰；第二章夏文杰、杜森官、李世麟、张长俊、伊海生；第三章徐新煌、夏文杰；结语夏文杰。参加图件的编制除有关执笔者外，还有何廷贵、刘文周、刘家云和陶启云；图件清绘由顾丽萍、罗曦完成；外文摘要由王承书和伊海生翻译。全书由夏文杰统一修改定稿。

参加课题研究的主要人员还有：王砚耕、王来兴、唐天永、王任衡、瞿乐生、余林青、杨秀琦、单勇、骆学全、常家骏等。先后参加研究工作的研究生有：杨卫东、祖国全、崔春龙、田景春、刘波、李维锋、刘国云、朱创业、韩学岩、王小春、刘杰等。

在课题研究过程中得到成都地质学院沉积所曾允孚教授，成都地质矿产研究所刘宝珺教授、项目综合组及科技处的关怀和指导，成都地质学院科技处和安徽区调队领导的关怀和支持，得到负责各三级课题所在的地质矿产局、队、所领导的大力支持；书稿完成后王培生同志进行详细审阅，提出了宝贵意见，在此一并致以深切谢意！

# 第一章 区域地质

## 第一节 地层

震旦系是上前寒武系最上部的一个系。在我国南方扬子区一般是指寒武系之下，由晋宁运动所形成的不整合面之上的一套沉积岩系。震旦系研究虽有悠久的历史，研究程度也在不断深入提高，但由于人们对震旦系建系原则的认识不统一，因而造成地层划分和对比上的混乱。其中关于震旦系的下界划在何处？至今众说纷纭。由于震旦系生物化石稀少，在层位上与地理分布上极不平衡，加之同位素年龄数据有限，造成大区域地层划分与对比上的困难。

此外，华夏区和南秦岭区震旦系均已遭受不同程度的变质作用，岩性岩相复杂，厚度大，褶皱强烈，研究程度更低。

通过地层-岩相剖面的测制及大范围的岩相古地理和古构造的研究，进一步弄清作为岩石地层基本单位——组的岩石组合特征、空间分布与变化及其在垂直方向演变与更叠的情况，为全区地层的划分与对比提供了更详细、更丰富的岩石学资料。

在构造地层学及板块理论的指导下，根据对区域大地构造、沉积相带展布和地层发育总体特征的综合研究，将我国南方震旦系划分为不同等级的地层区，把构造、沉积相、地层三者紧密地结合起来，不仅有利于岩相古地理的分析，同时对沉积、层控矿产的远景预测提供了充分的依据。

由于震旦纪是一个尚未得到国际认可的（地方性）地质年代单位，本文暂按1982年7月全国地层委员会所确定的界限为依据，划分为二个世、四个时期，即早震旦世早期（莲沱期）和晚期（南沱期），晚震旦世早期（陡山沱期）和晚期（灯影期），并按期编制岩相古地理图。

### 一、地层分区

根据地层分区原则以及本课题对中国南方震旦纪古构造特征及岩相古地理的分析，将中国南方震旦系划分为2个一级地层区，6个二级地层分区和12个三级地层小区（图1-1和表1-1）。

### 二、地层划分与对比

#### （一）岩石地层

##### 1. 岩石地层单位的划分

李四光教授（1924）将峡东地区震旦系划分为南沱粗砂岩和冰碛层、陡山沱组及灯影灰岩等层序，奠定了本区震旦系岩石地层单位划分的基础。后人在此基础上加以完善，进一步划分为二统四组，并得到全国地层委员会的认可，成为我国南方震旦系岩石地层单位对比的标准。

随着地层研究工作的深入，发现莲沱地区的莲沱组是不完整的，在莲沱组与南沱组之



表 1-1 中国南方地区主要分区及其分布比例

地区	南方地区 (I)										华中地区 (II)			西北地区 (III)		
	华南分区 (I.1)		华中分区 (I.2)		西南分区 (I.3)		中南分区 (I.4)		东南分区 (I.5)		华中分区 (II.1)	西北地区 (III.1)		西北地区 (III.2)	西北地区 (III.3)	
华南分区 (I.1)	珠江三角洲 (I.1.1)	闽南地区 (I.1.2)	粤东地区 (I.1.3)	粤西地区 (I.1.4)	桂东地区 (I.1.5)	桂西地区 (I.1.6)	滇东地区 (I.1.7)	滇南地区 (I.1.8)	滇西地区 (I.1.9)	滇北地区 (I.1.10)	华中分区 (II.1)	华中分区 (II.2)	华中分区 (II.3)	西北地区 (III.1)	西北地区 (III.2)	西北地区 (III.3)
华中分区 (II.1)	江汉平原 (II.1.1)	洞庭湖平原 (II.1.2)	鄱阳湖平原 (II.1.3)	江淮地区 (II.1.4)	豫东地区 (II.1.5)	豫南地区 (II.1.6)	豫西地区 (II.1.7)	豫北地区 (II.1.8)	冀南地区 (II.1.9)	冀东地区 (II.1.10)	西北地区 (III.1)	西北地区 (III.2)	西北地区 (III.3)	西北地区 (III.4)	西北地区 (III.5)	西北地区 (III.6)
西北地区 (III.1)	黄土高原 (III.1.1)	内蒙古高原 (III.1.2)	青藏高原 (III.1.3)	云贵高原 (III.1.4)	四川盆地 (III.1.5)	塔里木盆地 (III.1.6)	准噶尔盆地 (III.1.7)	柴达木盆地 (III.1.8)	河西走廊 (III.1.9)	宁夏平原 (III.1.10)	西北地区 (III.2)	西北地区 (III.3)	西北地区 (III.4)	西北地区 (III.5)	西北地区 (III.6)	西北地区 (III.7)

中国现代火山分布图

和岩相的变化，因此在进行岩石地层单位（组）对比时，必须根据特征清楚、层位稳定的标志层来加以确定。这些标志层有：①特殊岩性，如冰碛岩层、近乎同时硅质层（留茶坡组、老堡组）；②含矿层，如大塘坡式锰矿、江口式铁矿、陡山沱组磷矿等；③化石层，如蓝田组宏观藻层、灯影组中部文德带藻层与软躯后生动物层、小壳化石层等；构造运动形成的沉积间断面，如扬子中区普遍存在的晋宁运动不整合面。详细对比见表 1-1。

### 3. 关于编图单元的确定

一个岩相古地理的编图单元应该是等时体，即一个阶或期。然而，由于震旦纪地层研究的客观条件，除了上统邢裕盛等（1983, 1988）建议建立灯影峡阶和陡山沱阶外，震旦系下统尚未建阶，且地层划分与对比分歧较大，因此编图单元只能是时限相对基本一致的地层体。总体看来，震旦系的南沱组、陡山沱组和灯影组是在区域上分布广泛，层位稳定，各自有一定成因联系的三个不同的地层单元，可作为编图的基本单元；而南沱组以下的震旦纪地层，包含了不同类型、不同成因联系的地层组合，本不宜简单地归纳为一个编图单元，但考虑目前的研究程度，进一步划分尚有困难，暂作为一个编图单元来处理。

### （二）生物地层和生物相分区

#### 1. 生物演化事件与地层划分

根据现有生物化石资料的综合分析，震旦纪生物演化有三个明显突变点（图 1-2）。

第一个突变点在震旦系上、下统之间陡山沱阶底部。在这个界线以下生物化石十分稀少，主要以疑源类中的球藻群（微古植物）组合为代表；从陡山沱阶开始各种微观和宏观藻类均已出现，疑源类出现了一些刺球藻群的分子，同时出现少量海绵骨针及软躯动物遗迹，说明晚元古宙最晚期的柱状叠层石组合分子也在我国南方出现。

第二个突变点在灯影峡阶下部，最显著的标志是出现了大量软躯后生动物及遗迹化石，同时也是宏观藻类的大发展时期。

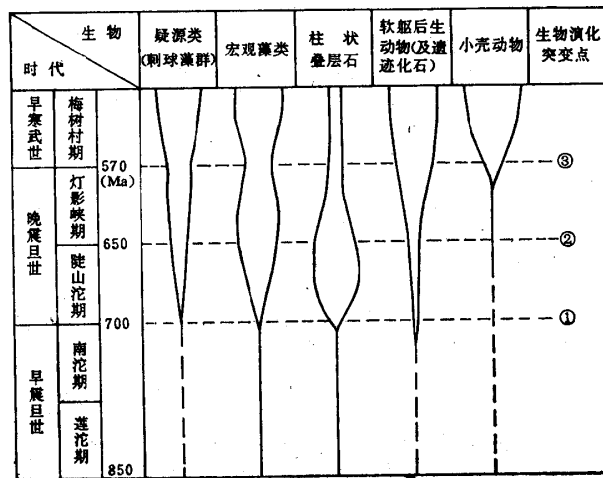


图 1-2 中国南方震旦纪生物演化示意图  
、 、 分别代表第一、二、三个突变点

第三个突变点在震旦系与寒武系界线点处，是小壳动物化石大量出现的时期，地层上位于灯影组顶部天柱山段、麦地坪段或中谊村段；同时软躯后生动物遗迹，刺球藻群疑源类和钙藻开始大量出现，为界线的划分提供了更充分的依据。

通过大量测制地质-岩相剖面，在川北、陕南、滇东、鄂中等地又发现了大量多门类小壳动物化石，为顶界的划分提供了更多的依据。尤其在过去一直未取得进展的下扬子区浙江桐庐、富阳、江山等地，在灯影组顶部0.3—1.5m范围内的含磷层下部发现了小壳动物化石，包括直管螺、齿形壳和球形壳，可与扬子区的I组合对比。该区上震旦统蓝田组炭质泥岩中形态简单的海绵骨针化石，可与峡东地区对比。

灯影峡期大量出现的软躯后生动物及其遗迹化石，是震旦纪生物发展史上的重要里程碑，他可与国外伊迪卡拉动物群对比。其中除峡东已报道的伊迪卡拉动物群的典型分子*Charnia*外，最近又在宜昌、钟祥、通山、丹江等地发现蠕形类化石：*Sabellidites*, *Paleolina*等及遗迹化石*Suzmites*, *Skolithos*, *Codonichnus* 及*Helminthoide*, *Shaanxilithes*, *Monocrateria*等，更加丰富了这个时期的动物群。

晚震旦世的另一个重要发现是在皖南上震旦统蓝田组中发现了大量的宏观藻类，称蓝田植物群，已有12属，18种，包含有曾在峡东陡山沱组中发现的中华拟浒苔，具有重要的地层学及古生物学意义。

生物地层另一进展是在过去很少有化石报道的华南变质岩地区的震旦系中分析出一批疑源类化石，如云南屏边群、广东东昌峡群以及在江西萍乡、龙南、福建长汀、政和等地震旦系。此外，近年来还在广西三江陡山沱组 and 老堡组，福建政和龙北溪组及浙、赣地区灯影组中发现了几丁虫或似几丁虫，为不同地层区对比提供了生物依据。

## 2. 生物相分区

早震旦世地层中生物化石较少，除疑源类外，尚无更多的生物化石资料，因此，无法进行生物相分区的讨论。晚震旦世则出现了数量颇丰、门类众多的动植物化石，为我们研究这个时期生物群总体面貌和生态特征提供了较多的依据。

然而，震旦纪的生物具有相对的原始性和特殊性，藻类生物和软躯动物均不易保存，因而已发现的化石点和化石层，无论在空间上，还是在垂直剖面上分布极不平衡。因此，进行生物地理分区有一定难度。目前我们只有通过震旦纪藻类化石和动物化石的生态分析，借助于含化石地层的岩相分析资料，对我国南方晚震旦世生物相分区进行初步的探讨。

用于指示晚震旦世生物相分区的主要生物化石有：叠层石类，包括柱状叠层石及层纹石，主要产在陡山沱组上部和灯影组下部；柱状叠层石多出现在碳酸盐台地边缘，层纹石多分布在碳酸盐台地范围内；疑源类，以单细胞浮游藻类为主，分布范围广泛，从浅水—深水相均有；宏观藻类，这里主要是指肉眼可见的、炭化的多细胞藻类，多产于含粘土或粉砂质岩石中，其中有些属于分类位置已定的褐藻、红藻和绿藻等，其环境容易确定；还有一些分类位置未定的，如*Chuarina*类，可能属于浮游藻类；燧石相微化石，以底栖藻类为主，死后为硅质矿物所包围，可分造叠层石类、非造叠层石类，形成环境从浅水—深水相均有；软躯后生动物及遗迹化石，二者常在一个地区找到，多数产在细碎屑岩层表面，少数产在泥质碳酸盐岩中，多出现在滨岸潮坪环境中。

根据群落生态的综合分析，结合岩相古地理资料，现将我国南方晚震旦世生物相分区叙述如下（图1-3）：

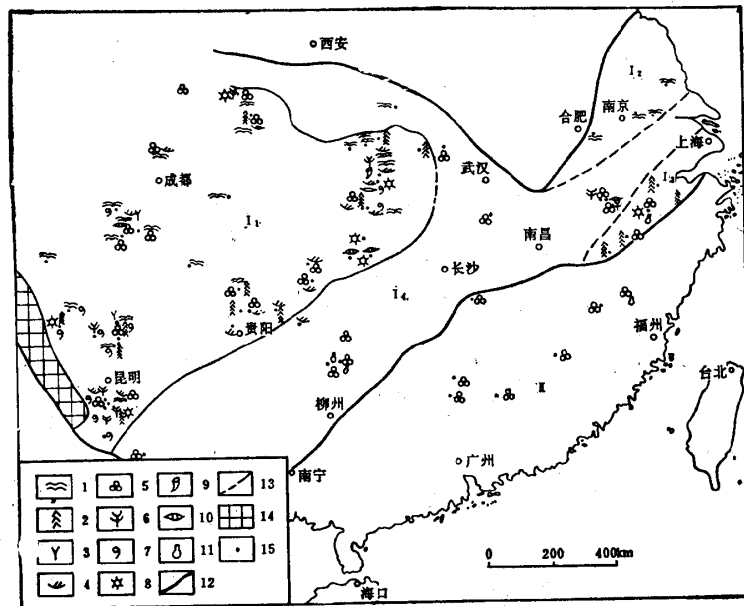


图 1-3 中国南方晚震旦世生物相地理分区图

1—层纹石及藻席；2—柱状叠层石及藻礁；3—钙化宏观藻；4—微体化石（燧石相）；5—疑源类；6—碳化宏观藻；7—动物遗迹；8—软躯后生动物；9—小壳动物；10—海绵骨针；11—（似）几丁虫；12—一级分区界线；13—二级分区界线；14—古陆；15—化石点。I—扬子区；I<sub>1</sub>—上扬子分区；I<sub>2</sub>—巢宁分区；I<sub>3</sub>—开临分区；I<sub>4</sub>—湘鄂苏分区；II—华夏区

### I. 扬子区

I<sub>1</sub> 上扬子分区：叠层石类-宏观藻类-疑源类-软躯后生动物及遗迹化石；

I<sub>2</sub> 巢宁分区：层纹石类（包含核形石）；

I<sub>3</sub> 开临分区：叠层石类（柱状-层状）-疑源类-软躯后生动物；

I<sub>4</sub> 湘鄂苏分区：宏观藻类-微化石（燧石相）-疑源类。

II. 华夏区：疑源类。

### （三）磁性地层

中国南方震旦系古地磁研究从60年代开始，70年代先后在湖北、云南、四川、湖南、安徽等省的震旦系剖面中，进行了程度不同的古地磁研究。本课题在前人工作的基础上，对鄂东南及鄂北地区的 11 条剖面的 34 个采样点，进行了古地磁采样和室内测定的研究工作。为了建立震旦纪磁性地层系统，现将本次研究成果与前人测定的资料综合分析如下：

#### 1. 极性倒转事件

据叶祥华等人在四川甘洛震旦系剖面进行古地磁测定时发现，下震旦统苏雄组底部出现一次明显的极性倒转；又据朱鸿等人在湖南石门扬家坪震旦系剖面上进行古地磁研究时，认为震旦纪沉积时期基本上处于正极性时期，而在莲沱组底部与下伏前震旦系不整合接触面之上，出现两次时间较短的磁性倒转。其原因可能有不同的解释，但笔者认为与扬

子区发生强烈的晋宁运动有关。

## 2. 剩余磁化强度方向

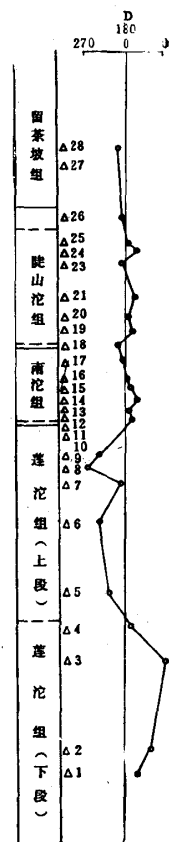


图 1-4 湖北通山石门塘水库震旦系磁性地层(磁偏角)柱状图  
(据孟宪均等, 1989)

孟宪均等人对湖北通山石门塘水库震旦系磁性地层的研究表明(图 1-4),南沱组以上的偏角绕 $0^{\circ}$ (或 $180^{\circ}$ )作小的起伏跳动,而以下则是大幅度平缓变化。图中用虚线标出了根据剩磁偏角划出的各岩石地层单位的界线,与实际地质界线基本吻合。在莲沱组中部存在一条新的界线可作为莲沱组划分上、下段的依据。

### (四) 化学地层

湖北区调所与天津地矿所合作,对峡东及邻区震旦系,通过化学地层的方法进行了尝试性的研究,并取得了良好的效果。他们从2000余件痕量元素样品及500余件常量元素样品的定量分析资料中通过元素地球化学行迹的研究,证实峡东及邻区剖面存在两套独立的元素组合分配形式: Al、K、Si、Ti、Zr、Fe组合显示莲沱组、南沱组的地球化学概貌;而Ca、Mg、Mn、V、Ba、Pb、P组合,则反映陡山沱组、灯影组的地球化学特征。概括稀土元素、稳定同位素、有机质等资料特征,作者认为峡东及邻区震旦系可划分为上、下两个化学阶段,详细划分如表 1-2所示。

利用地层自身提供的化学元素信息,解决地层层序,划分化学地层单位。我们取湖北震旦系不同地层区剖面的氧化物作最优分割,以建立化学地层单位。选用扬子中部化学地层区的长阳佑溪—古城剖面、宜昌莲沱剖面,扬子北部化学地层区的丹江口凉水河剖面,扬子南部化学地层区的通山留咀桥剖面进行分割(图 1-5)。

从图 1-5可知,各化学地层区分割的最大特点是上、下化学亚阶段(即陡山沱期与南沱期之间)以最早分割点出现开始,且连续分割出现到终点,与岩石地层的界线相吻合。

### (五) 年代地层

年代地层单位是根据具有全球对比意义的生物事件、放射性同位素测定的年龄、古磁性事件、古气候事件等确定的国际通用的地层单位。我国震旦系虽未得到国际地学界的认可,但经过多年的研究已经积累了丰富的资料。

根据近年来测定的一些新的同位素年龄数据,我们将震旦系的下界年龄置于850Ma左右,其上界年龄推定为570Ma左右。震旦系的内部,按照生物演化阶段可以划分为上、下两统,其分界年龄为700Ma左右。上统可进一步划分为陡山沱阶和灯影峡阶两个阶,二者的分界年龄推定为650Ma左右。

关于震旦系的下界问题,虽然全国地层委员会(1982)已经作出相应的决议,将震旦系下界置于莲沱组的底部,但至今仍然争论十分剧烈,主要有三种意见: ①同意地层委员会的意见; ②置于南沱组的底部; ③置于陡山沱组的底界。我们认为从生物演化的阶段性