

苏皖沿江中生代陆盆层序地层研究

SUWAN YANJIANG

ZHONGSHENGDAI LUPEN CENGXUDICENG YANJIU

岳文浙 毕仲其 焦世鼎 魏乃颐 著

地质出版社

5
3

苏皖沿江中生代陆盆层序地层研究

岳文浙 毕仲其 焦世鼎 魏乃颐 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

陆相层序地层研究目前仍处于探索阶段,其关键问题是层序成因。本书以地层基准面而非海平面(或湖平面)作为陆相地层层序的统一概念来探讨陆相地层层序,并根据不同级别的地层基准面穿越旋回将陆相层序级别划分为盆地充填层序、构造层序、层序、亚层序、小层序,并系统地总结了层序界面的鉴别标志。本书结合苏皖沿江中生代陆盆地层实际,在对中三叠统黄马青组—中侏罗统象山组传统地层学、沉积相及沉积体系和地层内不整合面或间断面性质详细研究的基础上,对其地层层序划分进行了探讨。

本书可供从事地层学、沉积地质学、构造地质学的生产、科研、教学有关人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

苏皖沿江中生代陆盆层序地层研究/岳文浙等著. -北京:地质出版社, 2002.10
ISBN 7-116-03632-6

I. 苏… II. 岳… III. 中生代-陆相-地层层序-研究-华东地区 IV. P534.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 047358 号

责任编辑:蔡卫东

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787×1092¹/₁₆

印 张:4.375 图版:1 页

字 数:106 千字

印 数:1—700 册

版 次:2002 年 10 月北京第一版·第一次印刷

定 价:20.00 元

ISBN 7-116-03632-6/P·2280

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 言

层序地层学是现今地学研究的前沿和热点, 其从 20 世纪 70 年代末问世以来, 在国内外如火如荼地发展起来。由于地层是四度空间的地质体, 地层间断测定或沉积间断的定量研究对沉积盆地分析是必不可少的。层序地层学迅速发展的根本原因在于层序边界(不整合面和与该不整合面可对比的整合面)的年代地层学意义。根据层序地层研究可建立一个等时地层格架, 确定盆地中沉积体系的三维配置关系, 构成一个概念框架, 统一了传统的生物地层、岩石地层和年代地层间的关系, 消除了地层多重分类系统间的矛盾。层序地层学建立起来的地层分布模式, 令人信服地解决了长期无法解决的地质现象, 不仅推动了盆地充填动力学研究, 而且将多分支地层学转向地层模型的综合概念上, 促进一门新的地层学学科, 即成因地层学的发展。美国等先进国家, 已将层序地层单元广泛用于地调填图。梅仕龙等(1999)指出“以层序为单位进行地质填图和古地理编图的方法, 比传统的以组为单位进行制图的方法更加高效、准确和详细”^[1], 能为找矿勘探提供一套有预测功能的基础图件。

众所周知, 层序地层学理论发展主要建立在地震地层学与被动大陆边缘海相地层序列综合研究成果基础上。其基本理论是“海平面升降旋回控制着海洋和海岸环境重大沉积层序的分布”, 并作为划分层序及沉积体系域的依据。需要指出的是, 层序地层学作为新兴地层学的重要分支, 如果其只适用于海相地层而不适用于陆相地层层序分析, 则其是局限的, 不完整的。20 世纪 80 年代以来, 多数地层学家认为: 源于被动大陆边缘的层序理论也适用于陆相地层, 但不能机械地照搬。陆相层序的最大特征是其地层基准面(stratigraphic base level)和容积空间(accommodation space)受控因素多而复杂, 沉积物供应近源区且多变, 给陆相层序地层研究带来问题和挑战。

本书是在原地质矿产部地调局下达的基础地质研究专项(地科专, 96-33)成果的基础上编写而成的。其任务是选择苏皖中生代陆盆作为研究对象, 首先开展中三叠世-早、中侏罗世三角洲-冲积相沉积序列的层序研究, 应用从海相地层发展起来的层序地层学基本理论和方法, 与陆相地层层序的实际相结合, 探讨陆相盆地层序形成的控制因素, 建立一套适用于陆相地层层序的划分原则、术语及层序界面的鉴别标志, 提出一个高分辨率的等时层序地层年代框架, 解决地层对比中存在的问题。其目标是提高我国陆相层序地层学研究水平, 丰富层序地层学理论, 迎头赶上世界先进水平。最终目的是为区调填图提供等时对比的理论工具, 为能源等资源预测与勘探服务。

通过研究, 作者提出地层基准面(stratigraphic base level)是陆相层序分析的统一概念, 而基准面穿越旋回(base level transit cycle)控制着陆相重大沉积层序的分布, 并作为划分陆相层序和沉积体系域的依据。作者同时提出基准面穿越旋回与海平面升降旋回多为正相关, 因此它同时适用于海相层序分析, 并可作为陆相与海相沉积层序对比的纽带。

本研究项目于 1997 年 3 月经费到位后即开始工作, 到 2000 年 6 月最终完成研究报告

的编写，历时3年多。这期间共测制野外剖面11条，累计长度26447 m，观察剖面5条，采集各种标本509块，其中岩石薄片409块，磨制鉴定209片，孢粉分析样品20个，化石26块，微体化石分析样品10个，遗迹化石及古生态样品34个，收集资料卡片112张，编制地层综合柱状图10幅。参加野外工作及室内整理的工作人员有：岳文浙、毕仲其研究员，焦世鼎、魏乃颐副研究员。文字及插图由岳文浙执笔编写绘制，魏乃颐对插图进行了清绘。轮藻、介形虫化石由中科院地质古生物研究所卢辉楠、彭金兰研究员分别鉴定，植物化石由兰善先研究员鉴定，孢粉由汪迎平工程师分析鉴定。在研究过程中得到原地矿部地调局区调处、江苏省地矿厅及南京地质矿产研究所领导的大力支持，在资料收集及野外工作方面得到安徽省326地质大队班宜忠与江苏省地质调查研究院地调所邹松梅高级工程师的大力支持，向他们致以衷心的感谢。

陆相层序研究至今仍有许多问题在探索之中。由于作者水平有限，书中定有许多不妥之处，恳请专家学者批评指正。

目 录

前 言

一、区域地质·····	(1)
二、传统地层学研究进展·····	(5)
三、沉积相与沉积体系·····	(14)
(一) 中—上三叠统黄马青组沉积相与沉积体系·····	(14)
(二) 上三叠统范家塘组沉积相与沉积体系·····	(22)
(三) 下侏罗统钟山组沉积相与沉积体系·····	(23)
(四) 中侏罗统北象山组(或罗岭组)沉积相与沉积体系·····	(29)
四、层序地层·····	(38)
(一) 陆相地层层序划分的理论·····	(38)
(二) 苏皖中生代中三叠世—侏罗纪陆相盆地层序的划分·····	(45)
结束语·····	(58)
参考文献·····	(59)
英文摘要·····	(63)

CONTENTS

Preface

Chapter 1 Regional Geology	(1)
Chapter 2 Advance of Traditional Stratigraphy	(5)
Chapter 3 Sedimentary Facies and Depositional Systems	(14)
1. Sedimentary Facies and Depositional Systems of Middle—Upper Triassic Huangmaqing Formation	(14)
2. Sedimentary Facies and Depositional Systems of Upper Triassic Fanjiatang Formation	(22)
3. Sedimentary Facies and Depositional Systems of Lower Jurassic Zhongshan Formation	(23)
4. Sedimentary Facies and Depositional Systems of Middle Jurassic Beixiangshan Formation (or Luoling Formation)	(29)
Chapter 4 Sequence Stratigraphy	(38)
1. Methods on Division of Continental Stratigraphic Sequence	(38)
2. Stratigraphic Sequence Analysis on Sedimentary Successions of Middle Triassic – Jurassic of Mesozoic Era in Jiangsu – Anhui Continental Basin	(45)
Conclusion	(58)
References	(59)
English Abstract	(63)

一、区域地质

研究区位于中、下扬子板块东北缘,在晋宁运动(约距今 800 Ma)形成下扬子基底后,自晚震旦世起,“在扬子地台南侧江绍断裂带的基础上继承性地发展了苏皖拗拉谷,在地台北侧滁县—盱眙一带新生了滁县拗拉谷”^[2],两拗拉谷之间为碳酸盐台地——南京台地。这种一台两谷格局一直延续到中奥陶世。晚奥陶世由于“华夏板块”向扬子板块挤压碰撞,下扬子板块东南缘形成碰撞造山带,原苏皖拗拉谷南侧挠曲下沉形成浙皖前渊,快速沉积了上奥陶统五峰组 2000 余米的浊积岩。中、晚志留世,随着碰撞隆起扩大,前渊向北迁移,盆地陆源碎屑大量注入,水体淤浅,沉积了一套厚度超过 2000 m 的滨岸碎屑岩层。在下扬子板块北侧的滁县拗拉谷也因南侧的挤压发生反转,沉积了类似的滨岸沉积。志留纪末,由于华夏板块的碰撞推覆与古秦岭商丹古洋盆向华北板块俯冲缩减的共同作用,使下扬子板块隆升褶皱,遭受剥蚀。中晚泥盆世开始的海西运动,下扬子板块的地史演化主要受古特提斯拉张裂解作用控制,在西南侧扬子板块与华夏板块的结合带断裂的拉张,使残存的钦防海槽逐渐向东北方向拉开下沉,形成复杂的湘桂粤张裂盆地,而其西北侧南秦岭地区开始从“扬子北缘裂解分离,形成独立的秦岭微板块”^[3],其与扬子板块之间形成勉(县)略(阳)小洋盆,一直延伸到大别地区南翼。本区受上述双重拉伸地动力作用,晚泥盆世开始再次拉张下沉,沉积了一套河流-滨岸碎屑岩层,不整合于中-上志留统的不同层位之上。海水主要从西南及北北西两个方向侵入。必须指出,本区晚古生代的拉张断陷,仍继承了早古生代一台(中部)两谷(两侧)的地貌特征;在时间上,拉张断陷活动呈幕式发展,如早石炭世岩关期、中二叠世栖霞期、晚二叠世长兴期等断陷极盛期,在裂谷区均发育碎屑岩或欠补偿的硅质岩沉积,而在活动强度减弱时,则出现浅海碳酸盐沉积,碳酸盐台地面积迅速扩大。此过程一直持续到中生代早三叠世。

中三叠世开始的印支运动,发生了华北板块与扬子板块的碰撞构造事件,东南古特提斯洋渐次封闭,应力由拉张转为挤压,导致了本区岩石圈结构的重大变革。

据研究,中下扬子板块与华北板块是呈剪刀式由东向西“斜冲式”碰撞(图 1)^[4]。此碰撞事件在下扬子区域产生强烈的褶皱缩短作用,使扬子板块北部海盆及其绿片岩基底褶皱隆升,形成大别-鲁东碰撞造山带。此造山带是一个较典型的基底析离型韧性剪切带,在下扬子北部产生大面积以连黄断裂为起点,由北向南逆冲的推覆构造体系。在扬子板块东南缘,受印支运动影响,已与扬子板块拼接的“华夏板块”继续向扬子板块仰冲,迫使扬子板块东南部拉张沉降中心褶皱隆起形成江南隆起山区,其南侧为水平挤压形成的褶皱山带,而北侧向扬子板块原中央台地区仰冲,与下扬子北缘连黄断裂组成对冲复向斜系统。在对冲山带间形成对冲向斜背景下的沿江前陆盆地(图 2)^[5,6,7],而两对冲山带则成为盆地陆源及变质基岩裸露区。从构造沉积学分析:由于华北板块与下扬子板块间海盆受二板块碰撞影响,早三叠世之后已开始由前期的浅海台地—陆棚斜坡相碳酸盐沉积(青龙

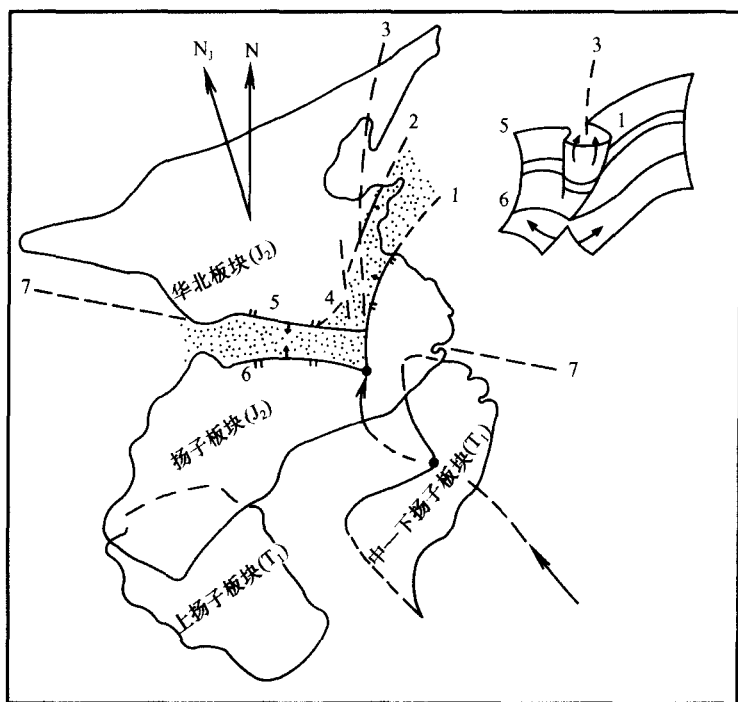


图1 $T_1 - J_2$ 期间华北板块与扬子板块之间的相对方位 (以华北为原点)
以及碰撞造山带同各主要断裂的关系
(据张永鸿, 1996)^[4]

Fig.1 A sketch map showing collisional orogenic belt between the North China and Middle-Lower Yangtze plates and their relative positions as well as main fault systems during Early Triassic-Middle Jurassic
(after Zhang Yonghong, 1996)

图中点区为板块碰撞造山带。断层代号: 1—连云港-黄梅断裂; 2—牟平-即墨断裂; 3—郯庐断裂; 4—五河-合肥断裂; 5—6—大别两侧断裂; 7—后来环球螺旋形扭转断裂中的一段 NW 向断裂。右上图为碰撞造山带的平移效应 (据何礼章古地磁分析, 地球物理断面及野外考察综合)

组) 转变为中三叠世安尼期局限海盆或潟湖以蒸发岩为主的沉积 (周冲村组), 至中三叠世拉丁期则发育以砂岩、粉砂岩、钙质粉砂岩为主的夹薄层砾岩的滨岸河流三角洲沉积 (黄马青组)。尽管黄马青组与周冲村组为“假整合”关系, 但二者之间存在着明显的相转换面, 海水渐次向西退出。这些充分显示了在二板块碰撞下, 下扬子北缘海盆发生急剧萎缩过程, 在前陆形成碰撞挤压挠曲盆地充填 (图 3A)。下侏罗统钟山组为一套具底砾岩的河流相沉积广泛不整合于晚三叠世及其以前的古老地层之上, 分布具明显的向北迁移的现象, 超过了滁河断裂, 这显示前陆盆地两侧, 特别是江南隆起推覆隆升造山作用的加强。而至中侏罗世北象山期沉积一套河、湖相类磨拉石建造, 中部见湖相碳酸盐岩沉积夹层, 最终被冲积扇沉积物充填, 且局限一些分割的小盆地中 (图 3C), 代表着前陆盆地的萎缩消亡, 造成区内晚侏罗世地层的普遍缺失。上述构造沉积学及区内构造变形特征反映, 中三叠世安尼期末、晚三叠世末和中侏罗世末为前陆带上三次变形高峰期, 即三次强烈的挤压活动。一般讲, 世界上典型的前陆盆地是由造山带一侧仰冲板片的负荷而使前陆上板块

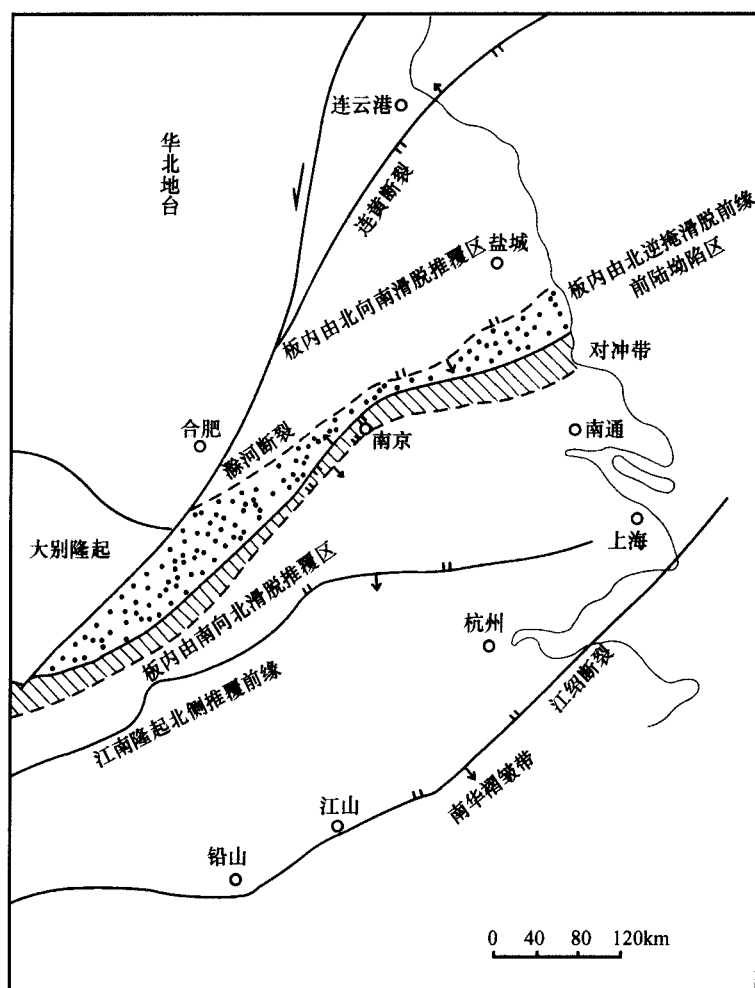


图2 印支运动期下扬子区南北对冲带相互干涉关系及前陆拗陷周边关系略图

(据华东石油局, 1996[●] 修改)

Fig.2 A sketch map showing Indosinian thrust systems zones and their intervene relations in both flanks of Lower Yangtze Foreland Basin

(from Bureau of Petroleum Geology of Eastern China, 1996)

发生挠曲沉降^[8]。本区前陆盆地与世界典型前陆盆地相比, 在构造控制上具有特殊性, 即在其“形成过程中处于前陆上南、北对冲的构造背景下, 盆地南北侧都受到仰冲板片的负载和控制, 属双向压陷性盆地, 而非典型的单向压陷型盆地”^[6]。

必须指出的是, 这次变革使本区, 即连黄断裂东南, 江南隆起以北的地域, “以元古宙刚性陆核和早古生代中央台地为基础保持着原结构, 被对冲山带侧向压力作用及强制垂向分量作用下, 焊接为强度更大的统一块体。在重力与侧压力和软流圈浮力的均衡中整体

● 地质矿产部华东石油局 (1996), 下扬子及邻区岩石圈构造与油气资源评价研究报告 (内部资料)。

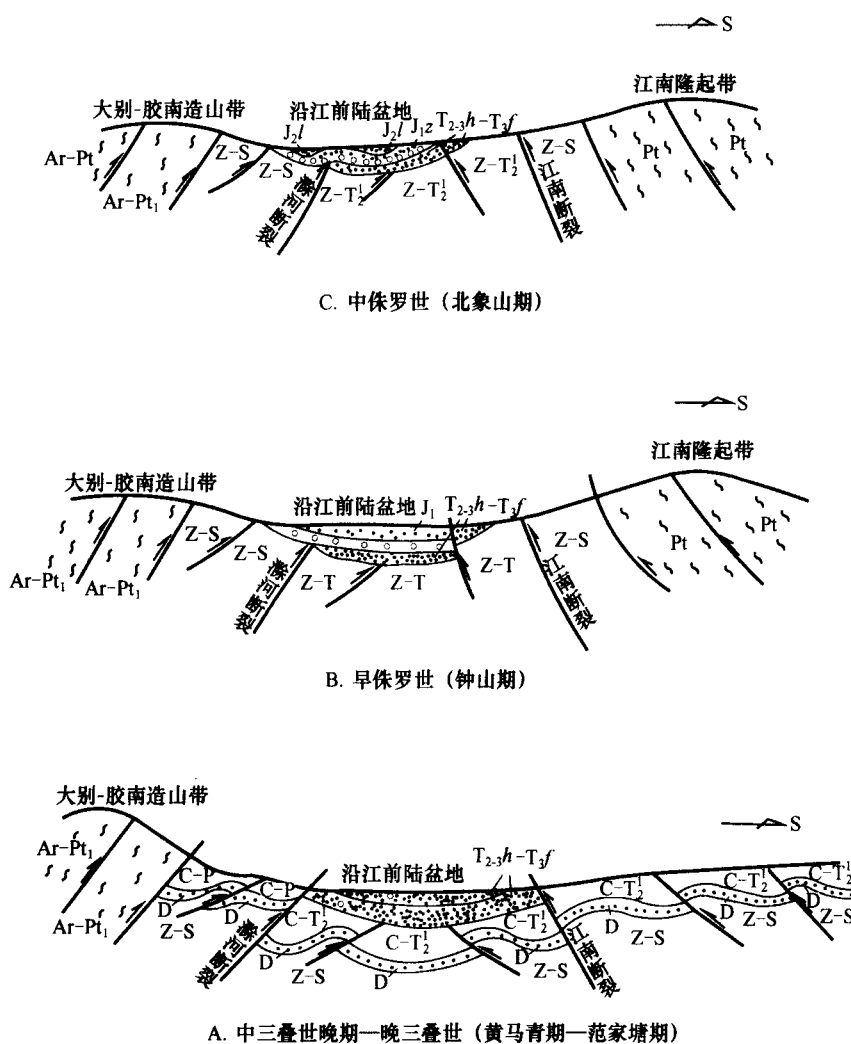


图3 下扬子地区沿江前陆盆地演化剖面图

Fig.3 Cross sections showing evolution of the foreland basin along the Yangtze River in lower Yangtze area

升、沉和变形，成为后来新板块分割的基础。”[●]同时强烈的对冲挤压使下扬子盆地基底受迫下沉形成反山根。物探资料也表明，板块拼接之后，华北板块处在增厚隆升状态，而下扬子板块处在减薄沉降状态，为白垩纪及新生代的拉张沉降准备了动力学前提。

● 地质矿产部华东石油局 (1996)，下扬子及邻区岩石圈构造与油气资源评价研究报告 (内部资料)。

二、传统地层学研究进展

传统地层学研究是指岩石地层、生物地层和年代地层的划分对比,是地层学研究最早、最深入、也最成熟的地层学分支。由于构成地壳的岩层、岩石体具有多方面的特征或属性,都可作为地层分类的依据,因此,地层划分的类别也是多样的。如我们即将深入研究的层序地层,即是以客观存在的,较易用近代地质-地球物理方法追踪和识别的物理界面(不整合面、地层结构转换面等)为标志进行地层划分,是地层学研究新的分支。必须指出:在露头层序地层研究中,生物地层是建立地层等时格架的可靠基础。层序的级别、界面的时代、每个层序的时限以及不同地区、不同露头上的层序划分对比,都离不开高精度的生物地层研究。因此,有必要对近期传统地层学研究进展进行系统的探讨。

苏皖中生代陆相地层分布广泛。早在 20 世纪 20~30 年代,我国地质学界前辈如谢家荣(1928)、李毓尧、李捷、朱森(1935)等就为本区开展了传统地层学研究。时至今日,积累了大量资料,研究精度不断提高。近年苏皖二省地质矿产局(1997)又开展了地层多重划分对比研究,对二省岩石地层及生物地层进行了系统的整理,提出了各自的中三叠世至侏罗纪的划分方案。作者分析了最新研究成果,结合自己研究提出的划分方案,分别列入表 1 中。下面就我们划分的依据进行说明。

苏皖中一晚三叠世碎屑岩地层分为两个组,即黄马青组与范家塘组。区内黄马青组分布于南通以东,沿长江呈东西向展布,以宁镇山脉及安徽怀宁地区出露最佳(安徽地区曾称铜头尖组)。该组自创名(谢家荣,1928)以来,经众多学者研究,对其层序多次修定。据最新厘定的含义:黄马青组是指“整合”于以膏盐、白云岩等蒸发岩沉积为主的周冲村组之上,煤系地层范家塘组之下,以紫红色陆源碎屑岩沉积为主的一个地层单位^[9,10]。其下部应包含前人定名的“仙鹤门组”和“月山组”^[11,12]。1980 年至今许多学者对该组生物地层进行了详细研究。根据生物化石组合,对该组时代归属有两种意见:即将其全部划归中三叠统拉丁阶^[9,10,13],或属中三叠统拉丁阶至上三叠统卡尼阶^[11,14]。黄马青组可分上下二段:下段(杂色层段)主要为浅灰—灰绿色钙质细砂岩、粉砂岩、粉砂质粘土岩夹深灰色云质粒泥灰岩薄层或透镜体;上段(红色层段)下部为紫红色夹杂色薄—中厚层粉砂岩,粉砂粘土岩,与 3~5 层含铜砂岩或粉砂岩,上部为紫红、暗紫红色细砂岩、粉砂岩夹紫红色含砾砂岩及透镜状细砾岩。该组下段及上段下部含咸水—半咸水双壳类。*Eumorphotis* (*Asoella*) *illyrica*-*Myophoria* (*Costatoria*) *biscota* 组合,包括 *Myophoria* (*Costatoria*) *submultistriata*, *M.* (*C.*) *goldfussi mansuyi*, *M.* (*C.*) *mansuyi*, *M.* (*C.*) *radiata*, *Eumorphotis* (*Asoella*) *subillyrica*, *E.* (*A.*) *illyrica*, *Unionites gregareus*, *U.* cf. *lenticus*, *U.* *spicatus*, *Entolium discites*, *Promyalina yueshanensis*, *Mytilus eduliformis*, *M.* *eduliformis praecursor*, *Leptochondria* cf. *albertii*, *Modiolus minutus* 等,以及叶肢介 *Xiangxiella bicostata*, *Euestheria* sp., *Protomonocarina sinensis*, *P. ziguiensis*, *P. carinata*; 叶虾类 *Yangzicaris xiangxiensis*, 轮藻 *Stellatochara-Stenochara* 组合为特征。根据上述生物化石组合,将黄马青组下段及上段下部归属

表 1 苏皖扬子地层区中三叠统—侏罗系划分对比表

Table 1 The Middle Triassic - Jurassic stratigraphic division of Yangtze stratigraphic province in Jiangsu and Anhui

岩石地层			江苏省地质矿产局(1997) ^[9]		安徽省地质矿产局(1997) ^[10]		岩石地层		本文(1999)	
年代地层			西区	东区	年代地层		年代地层		江苏	安徽
侏罗系	上统		大王山组	黄尖组	大王山组	赤沙组	白垩系	下统	大王山组	大王山组
			龙王山组		龙王山组	中分村组		巴列姆阶	西横山组*	赤沙组
			西横山组	劳村组	西横山组	红花桥组		欧特里夫阶	?	红花桥组
侏罗系	中统						统	凡兰吟阶	龙王山组	中分村组
								巴利阿斯阶		
	下统		象山群	北象山组	象山群	罗岭组				
三叠系				钟山组		钟山组		上统	象山群	象山群
								中统	北象山组	罗岭组
								下统	钟山组	钟山组
三叠系									范家塘组	
									瑞替阶	
									诺利阶	
三叠系									卡尼阶	
									拉丁阶	黄马青组
三叠系										
									中统	
									安尼阶	周冲村组

* 本文新厘定的西横山组。

中三叠统拉丁阶应无疑问^[9~13]。但应注意到在怀宁地区黄马青组上段上部含淡水双壳类,化石层不多,但数量丰富,计有: *Unio huainingensis*, *U. yueshanensis*, *U. praequatrata*, *Sibireoconcha elongatiformis*, *S. larteriphana*, *S. cf. shensiensis*, “*Utschamiella*” *cf. longa*, “*U*” *cf. tungussica*, “*U*” *cf. elliptica*, *U. cf. opinata*. 以及富含裸子植物花粉组合,显示晚三叠世生物群面貌^[11,14]。从沉积学分析,黄马青组与其上范家塘组间在南京地区仅有一沉积间断,二者划分以出现灰色砂、砾岩层为界。而在怀宁地区二者为连续沉积。因此作者认为黄马青组作为一个岩石地层单位可能穿时,其上部有晚三叠世卡尼期早期沉积。

范家塘组(安徽地区曾称拉犁尖组)现定义为:指苏皖地区以灰、深灰色中厚—厚层细砂岩、粉砂岩与灰黑色中薄层泥岩互层夹炭质泥岩,局部夹煤层(线),其底以细砂岩或含砾粉砂岩与黄马青组“整合”接触,与上覆象山群钟山组呈不整合接触,厚度由数米至300 m。在范家塘组采获植物化石70余属种,统称 *Dictyophyllum*-*Clathropteris* 组合。其特征是苏铁类植物繁盛,主要是本内苏铁目和焦羽叶目,次为苏铁目。不少种类是我国南方晚三叠世特有或重要分子,如 *Ptilozamites chinensis*, *Drepanozamites hsuechiaohensis*, *Ctenozamites sarrani*, *Sinocentris calophylla* 以及 *Anthrophyopsis*, *Anomozamites* 等,真蕨类以双蕨科分子常见,如 *Dictyophyllum*, *Clathropteris*, *Goeppertella* 等,还有木贼类 *Neocalamites carrerei*, *Equisetites cf. serrani*, 银杏类 *Ginkgoites*, *Glossophyllum*? 松柏类 *Cycadocarpidium*, *Pityophyllum* 以及 *Taeniopteris* 等也占一定数量,其时代属晚三叠世卡尼—瑞替期应无疑问。此植物群与华南上三叠统安源群、艮口群所含植物组合关系密切^[13,15,16]。范家塘组所含双壳类以淡水内栖移动型的 *Unio* 为主,在安徽怀宁地区范家塘组出现半咸水外栖足丝型 *Modiolus*,说明盆地西部与海水有一定联系。

扬子地层区苏皖两省早—中侏罗世地层统称象山群,是指不整合于范家塘组或更老地层之上,为“西横山组”或龙玉山组不整合覆盖的一套碎屑岩地层,自下而上分为钟山组(前人曾称南象山组、磨山组)、北象山组(或罗岭组)。

钟山组下部为灰白色厚层石英砾岩,含砾砂岩偶夹粘土岩,不整合于范家塘组或更老地层之上,中部由灰黄—灰、黑色中薄层细砂岩、粉砂岩、粘土岩夹煤层(线)组成,上部为黄褐色中薄层长石石英砂岩夹粉砂质页岩(粘土岩)。本组富含植物及淡水双壳类化石,植物化石常见苏铁类 *Anomozamites cf. major*, *A. cf. minor*, *Otozamites hsiangchiensis*, *O. bengalensis*, *Ptilophyllum contiguum*, *P. pecten*, *Pterophyllum nathorsti*, *Nilssonina complicalis*; 真蕨类双扇蕨科 *Cladophlebis argutula*, *Todites princeps*, *Dictyophyllum nilsoni*, *Clathropteris meniscoides*, *Coniopteris hymenophylloides*; 木贼类 *Equisetites ferganensis*, *Neocalamites carrerei*; 银杏类 *Sphenobaiera huangi*, *Baiera golhaumati*, *B. giacilis*, *Ginkgoites magnifolius*, *Phoenicopsis cf. speciosa* 和松柏类 *Podozamites lancolatus*, *Pityophyllum* sp. 等^[17,18]。这一植物群苏铁类植物占优势,主要出现于本组上部;真蕨类以双扇蕨科占重要地位,锥叶蕨属已大量出现;银杏类亦较繁盛,松柏类开始增多。此植物群鞠魁祥(1987)称 *Ptilophyllum*-*Coniopteris*-*Baiera* 组合,与鄂西下侏罗统中—上部香溪组植物群一致。曹正尧(1982)与周志炎(1984)在论述苏皖地区象山群下部植物化石时代时都认为其下缺失一个早侏罗世早期植物群——湘西南观音滩组植物群,而将其时代定为早侏罗世中—晚期^[19,20]。再结合钟山组所含淡水双壳类: *Pseudocardinia kweichowensis*, *P. carinala*, *P. cf. angulata*, *Tutuella rotunda*, *T. cf. triangularis*, *T. balbinskiensis*, *T. cf. ovalis*, *Cuneopsis johannisboehmi*, *Pisidium*

cf. *fujianensis*, *Sibireconcha anodontoides*, *S.* cf. *barssutshiensis* 等, 虽然多出现于我国东南部中侏罗世地层中, 但在早侏罗世地层中亦非罕见, 如浙江的马涧组, 皖南的月潭组, 鄂东南的武昌组均有发现。综合上述, 钟山组时代定为早侏罗世中—晚期比较合适。

苏皖扬子地层分区中侏罗世地层, 两省名称不同, 分称北象山组和罗岭组。该组由一套陆相紫红—暗紫色为主的砂、泥岩夹灰白色砂砾岩, 局部夹透镜状—瘤状云质灰岩、灰岩组成, 与下伏钟山组呈平行不整合接触。值得指出的是北象山组正层型南京东郊北象山剖面上部遭剥蚀, 缺失地层较多, 仅保留下部地层; 而次层型西横山地区江宁陡山—溧水龙冠山剖面下部掩盖, 主要出露上部地层。两剖面相加正好对应于罗岭组上、下段地层(这里的罗岭组指创名时的定义)。北象山组或罗岭组下段化石点发现较少, 在安徽怀宁县白林尖剖面见植物 *Radicites* spp.; 双壳类 *Cuneopsis sichuanensis*, *C.* sp., *Lamprotula* (*Eolamprotula*) *cremeri*, *L.* (*Eol.*) sp., *Pseudocardinia kweichowensis*, *P.* sp.; 巢湖地区含山县彭庄剖面(曾称含山组)产植物 *Equisetites* sp. (cf. *E. ramous*), *Coniopteris* cf. *hymenophylloides*, *C.* sp., *Onychiopsis* sp., *Cladophlebis* sp. (cf. *Todites princeps*), *Sphenopteris* (*Coniopteris*?) *pengzhaungensis*, *Sph.* spp., *Ptillophyllum microphyllum*, *Cupressinocladus hanshanensis*, *Pseudofrenelopsis* sp. (cf. *P. parceramora*), cf. *Sphenolepis sternbergiana*, *Pagiophyllum* spp., *Podozamites*? sp., *Elatides*? sp., *Carpolithus* sp.; 叶肢介 *Euestheria*? *chaohuensis*, *E.*? *pengzhuangensis*, *Nestoria hanshanensis*, *N.* cf. *pissovi*, *Paranestoria anhuiensis*, *P.* *hanshanensis*, *P.* cf. *tongshanensis*, *P.* *longjieensis*, *Diestheria*? sp. 蜚虫 *Triops hanshanensis*; 昆虫 *Mesoblattina* sp., *Mesobaetis* sp., *Mesoblattula sincera*, *M.* *kiensis*, *Samaroblatta turanica*, *Orthophlebia rotundipennis*, *Anhuistoma hyla*; 双壳类 *Pseudocardinia* sp., *P.* *ovalis*, *P.* cf. *angulata*, *P.* *sibirensis*, *Ferganoconcha* sp., *F.*? *minor*, *F.* *fengmuensis*, *F.* aff. *burejensis*, *F.* cf. *estheriaeformis*, *F.* *sibirica*, *F.* *curta*, *Tutuella* sp., *Sphaerium*? sp.; 介形虫 *Darwinula* sp. 及鱼类、腹足类等^[22]。从上述二化石点组合看, 双壳类应属 *Tutuella*-*Pseudocardinia* 组合, 广泛发育于扬子及东南地层区中侏罗世地层中, 也是我国西南、西北等地中侏罗统所共有, 是分布广而稳定的双壳类化石群。其中 *Lamprotula* (*Eol.*) *cremeri*, *Pseudocardinia kweichowensis*, *Tutuella rotunda*, *Psilunio sinensis*, *Cuneopsis sichuanensis* 都是中侏罗世的特征属, 垂向分布狭, 水平分布广, 在四川自流井组、云南张河组、和平乡组、青海雪山组、新疆头屯河组、福建漳平组、江西罗坳组均有发现。从植物化石组成成分看, 它既有许多下、中侏罗统内的常见分子, 又有较多新的属种, 如 *Onychiopsis*, *Pseudofrenelopsis*, cf. *Sphenolepis*, *Sternbergiana* 等, 显示出时代较新的面貌, 似乎应为中侏罗世晚期或晚于中侏罗世。而昆虫 *Mesoblattina*, *Mesoblattula*, *Orthophlebia* 等, 曾见于冀北中侏罗统长山峪群九龙山组, 下侏罗统门头沟群下花园组及桂东北石梯组等, 时代拟归中侏罗世较宜。综合上述, 北象山组(或罗岭组)下段归属中侏罗统应无疑问。

北象山组(或罗岭组)上段化石点较多, 在安徽枞阳县磨刀石剖面、王家岗剖面, 桐城县赭棋墩剖面、乌龟山剖面均发现较多的双壳类化石, 主要有 *Psilunio sinensis*, *P.* *henahensis*, *P.* *chaoi*, *P.* *globitriangularis*, *P.* *giganteus*, *Cuneopsis sichuanensis*, *C.* *johannis-boehmi*, *Pseudocardinia kweichowensis*, *P.* *minuta*, *P.* cf. *sichuanensis*, *Lamprotula* (*Eolamprotula*) *guangyuanensis*, *L.* (*Eol.*) sp., *Tutuella rotunda*, *T.* *chachlori*, *T.* *iraidae*, *T.* aff. *trapezoidalis*, *Sibireconcha sichuanensis*, *Undulatula* sp., *Margaritifera* sp., *Sphaerium* sp., *U-*

nio? sp.; 腹足类 *Amnicola* cf. *zhejiangensis*, *A.* sp., *Valvata* sp., *Bithynia*? sp.; 介形类 *Darwinula* sp., *D. impudica*, *D. changxinensis*, *D.* cf. *oblonga* 及植物碎片、轮藻等^[10,21]。江苏北象山组上段主要出露在苏皖交界的西横山地区。在江宁陡山—溧水龙冠山剖面见腹足类 *Amplovalvata* aff. *suturalis*?; 介形虫 *Darwinula* sp., *Metacypripis* sp., *Ovaticythere*? sp.; 轮藻 *Aclistochara sunanensis*, *A. naguishanensis*, *A. microturbinata*, *Eualistochara lufengensis*, *E. yunnanensis*, *E. lishuiensis*, *Porochara zhucunensis*^[9]; 在陡山—龙冠山剖面西南侧约 2.5 km 处同一地层条带的朱村剖面, 赵正忠 (1985) 对其所含丰富化石进行了研究^[23], 这次研究我们对该剖面进行了重新测制采样, 除获得上述化石组合外, 还有轮藻 *Aclistochara stellerides*, *A. brevis*, *A. microturbinata*, *Eualistochara yongpingensis*; 介形类 *Darwinula impudica*, *D. sarytirmenensis*, *D.*? *magma*, *Timiriasevia catenularia*, *T.* sp.; 双壳类以 *Psilunio* aff. *chaoi*, *Pseudocardinia* 为主, 腹足类见 *Anisopsis* cf. *calculus*, *Vivipatus*, *Amnicola* 等。

综合上述, 产自北象山组或罗岭组上段的双壳类以 *Lamprotula* (*Eolamprotula*) *cremeri*-*Pseudocardinia kweichowensis*-*Tutuella rotunda* 为其组合特征。这个组合面貌是我国西北、西南、华东等地中侏罗统 (可延伸到上侏罗统) 所共有, 是分布广而稳定的双壳类化石群, 而腹足类 *Amnicola* cf. *zhejiangensis* 最初发现于浙江中侏罗世地层中, 而 *Biomphalaria altaica*, *Aphanotylus* sp., *Anisopsis* cf. *calculus*, *Viviparus* sp. 等都是我国东南沿海地区中侏罗统常见的属种。轮藻 *Euacclistochara yunnanensis*, *Aclistochara naguishanensis*, *A. brevis*, *A. microturbinata* 等均为我国中、晚侏罗世的常见分子, 如普遍见于云南上禄丰组, 浙江渔山尖组, 安徽洪琴组, 四川自流井组——蓬莱镇组, 西宁、民和盆地窑街组、享堂组及四川上溪庙组、遂宁组等地层中, 它们伴随着中等大小的 *Porochara* (*Porochara zhucunensis* 和 *P. lishuiensis*) 同时出现, 是中侏罗世晚期 (Callovia 期) 的特征; 介形类 *Darwinula impudica*, *D. sarytirmenensis*, *D. magma*, *Timiriasevia catenularia* 也是我国及欧洲中侏罗世介形类组合的常见分子。综合上述, 北象山组上段主要为中侏罗世晚期沉积, 但也不能排除延伸到晚侏罗世早期的可能。

前人大多将区内中生代下火山岩系 (龙王山组—大王山组) 及“西横山组”划归上侏罗统, 目前苏皖两省地调所仍采用上述观点^[9,10]。作者在《江苏白垩纪陆相层序地层研究》中, 将下火山岩系及重新厘定的“西横山组”全部划入下白垩统, 并进行了探讨^[24], 这里再结合这次工作成果做进一步补充。

“西横山组”系原地质部第六石油普查大队 (1960) 创名, 认为西横山地区“象山组上部地层自下而上可分别与单村、天生桥、韩府山、赵村出露的地层对比”, 并建议将象山组的上部划分出来, 命名为西横山组, 时代置于晚侏罗世早期, 首次用文字记录在“1960 年苏南地区石油地质综合研究总结报告”中^[25], 并无化石依据。后人广泛引用, 并将“西横山组”自下而上划分为单村、天生桥、韩府山、赵村 4 个岩性段。从上述可见“西横山组”从一创名就不规范, 把“象山组上部”不同地点、互无接触关系, 岩性组合差异甚大的 4 条剖面 (后分成 4 个段), 组成了一个“口袋组”, 由此引起了其时代归属的争论和横向对比的困难。根据近年岩石地层、生物地层及年代地层研究的进展, 目前各段地层已分属中侏罗统北象山组, 下白垩统“劳村组”或葛村组。如 1974 年江苏区测队即将“单村段”从“西横山组”中划出, 归入象山群上段^[26]; 陈丕基等 (1982) 因在天生桥段剖面发现叶肢介 *Orthostheria* 等化石, 把溧水县天生桥剖面一套火山碎屑沉积岩层视

为下白垩统火山岩群(即下火山岩系)同期火山碎屑沉积层,“推测其层位可能归入大王山底部而比云台山组略高”^[27]。1988年安徽省区域地质调查大队又将西横山剖面(江宁县上村剖面)单村段连同赵村段一并归入罗岭组上段(J_2l^2),即北象山组上段^[21];1985年赵正忠等在西横山地区原划“中三叠统黄马青组”内发现丰富的轮藻等化石生物群,证实这套地层属中侏罗世晚期(江苏地质二队曾将这套地层命名朱村组),此套地层之上包括“西横山组”单村段、赵村段全部划入中—上侏罗统。上述情况可见“西横山组”定义的不明确性和划分对比的随意性。

经我们这次区域踏勘及横贯西横山实测剖面研究,各地所划西横山组,大致有三种情况:

(1)把中侏罗统北象山组(罗岭组)上部一套河流-湖泊相地层称作“西横山组”,如江宁县西横山剖面的单村段,江宁县的韩府山剖面^[9,18,26],安徽桐城县罗岭乡赌棋墩剖面,含山县林头乡彭庄剖面^[10]等。这些剖面均在下火山岩系(龙王山—大王山组)之下,为一区域不整合面分开。这些剖面除个别未采集到能鉴定的化石外,大多数剖面均不同程度地发现植物化石 *Coniopteris hemenophylloides*-*Onychiopsis*-*Ptiophyllum* 等早—中侏罗世组合,以及轮藻 *Aclistochara brevis*-*Porochara zhucuenensis*,介形类 *Darwinula impudica*-*Timiriasevia catenularia*,双壳类 *Pseudocardinia*-*Ferganoconcha* 以及叶肢介 *Paranestoria longjueensis* 等;正如前述,时代为中侏罗世中晚期应无疑问。

(2)把与下火山岩系(龙王山—大王山组)喷发同时形成的含火山岩碎屑沉积为主的地层称“西横山组”或“西横山组”上段。如南京栖霞山的“西横山”组剖面^[18],溧水天生桥剖面^[28],溧阳市平桥乡树干村剖面(宜溧地区1:5万区域地质调查报告,江苏地质矿产局,1988)。这种情况在安徽以滁州市红花桥水库“红花桥组”剖面为典型代表,以及划归龙王山组、大王山组下部的一套火山沉积岩层,包括云台山组等。这套沉积是与火山喷发基本同时的凹陷区的沉积物,富含火山岩碎屑和凝灰质。这套沉积物内发现了多门类化石,为其时代确定提供了依据。其中植物化石有: *Gleichenites* cf. *nipponensis*, *Cladophlebis* cf. *browniana*, *C. dunkeri*, *Cupressinocladus elegans*, *Brachyphyllum obsesum*, *Pityphyllum* sp., *Podozamites* sp., *Otozamites* cf. *liguifolia*, *Pagiophyllum* sp., *Sphenopteris* cf. *nitidula*, *Equisetites* sp., *Elatocladus* sp., *Frenelopsis*? sp., *Carpolithus* sp., *Ruffordia*? sp. 等。这一组合面貌与浙西劳村组、寿昌组以及浙东磨石山组C段植物组合相似。曹正尧(1999)称此植物群为 *Cladophlebis*-*Ptilophyllum* 组合。此组合特征是真蕨类、苏铁类和松柏类都很繁盛,而有节类和银杏类稀少。其基本面貌与世界上几个著名的早白垩世植物群相一致,如欧洲韦尔登植物群、俄罗斯滨海边区的尼坎植物群及日本领石植物群等,时代应为早白垩世早—中期。根据上述,植物群所处的古地理区属欧洲—中国区的南方区,东南沿海亚区^[29]。叶肢介化石有 *Orthesheria yougangensis*, *O. intermedia*, *Orthesheriopsis tianshengqiaoensis*, *O. lishuiensis*, *Yanjiestheria* sp. 等。据陈丕基等(1982)研究,上述叶肢介种属为 *Yanjiestheria*-*Migransia* 群的主要分子,在苏、浙、皖早白垩世地层中常见,亦见于韩国下白垩统庆尚组和日本九州下白垩统肋舒群^[27]。而昆虫 *Ephemeropsis friselalis*, 腹足类 *Probaicalia* sp. 等,亦是浙江寿昌组常见分子,因此这套火山碎屑岩沉积层属早白垩世是有依据的。

另外,这套火山沉积岩系近年均做了可靠的同位素年代学的研究。如安徽滁州红花桥