

下扬子地区中、下三叠统青龙群 岩相古地理研究及编图

冯增昭 吴胜和

(华东石油学院北京研究生部)

内容提要 下扬子地区青龙群分殷坑组、龙山组、扁担山组和马鞍山组,前三组属下三叠统,后一组属中三叠统。主要由碳酸盐岩、碎屑岩及蒸发岩组成。用单因素分析综合作图法,做出了殷坑期、和龙山期、扁担山期和东马鞍山期的岩相古地理图4幅。殷坑期的下扬子海具“四分”特征,即自南而北依次为浅水碎屑岩台地、浅水碳酸盐岩台地、深水斜坡和深水盆地。和龙山期的古地理面貌与殷坑期大体相同。扁担山期的“四分”特征已不明显,浅水碳酸盐岩台地及浅滩发育。东马鞍山期的下扬子海全为浅水环境、潮坪及泻湖发育。从殷坑期到东马鞍山期,呈现出一个明显的海退序列。

主题词 岩相古地理 单因素分析综合作图法 台地 斜坡 盆地 滩坪 泻湖 古陆

第一作者简介 冯增昭 男 60岁 教授 沉积学及岩相古地理学

一、绪 言

本文研究范围涉及江苏、浙江、安徽、江西、湖北五省,西至京广线的蒲圻,东至海,北至江苏的镇江和南京,南至江西的上饶;主要属下扬子地区,亦包括部分中扬子地区。

1984年10月,笔者承担了石油工业部“下扬子地区中、下三叠统青龙群岩相古地理研究及编图”的科研任务,以碳酸盐岩岩石学和岩相古地理学的理论为指导,以自己实测的基干剖面为立足点,以“单因素分析综合作图法”为方法论,对下扬子地区青龙群进行岩相古地理研究及编图,编制以组为单位的各种单因素基础图件和岩相古地理图,从而为本区青龙群的油气勘探提供这一侧面的科学依据。

从1985年4月开始,笔者与北京大学等十多个协作单位一起,实测了湖北的蒲圻和大冶,江西的瑞昌和上饶,安徽的宿松、安庆、贵池、铜陵、巢湖、泾县和宁国,浙江的长兴,江苏的南京、镇江、无锡、武进武2井和南黄海无锡5-ST-1井等基干剖面。实测的辅助剖面为江西的景德镇,安徽的休宁和宣城,浙江的江山。还收集了一些前人测制的剖面资料,作为研究及编图的参考。

在上述工作基础上,笔者对本区青龙群的地层进行了划分和对比;对主要岩石类型进行了分类、描述和成因分析;对青龙群各组的岩相古地理进行了研究和编图,并以此为基础对本区青龙群的油气生储盖条件进行了探讨。共编制了单因素基础图件19幅,岩

表 1 下扬子地区青龙群划分及与邻区对比简表
Table 1 Division and correlation of Qinglong Group in Lower Yangtze River Valley and its adjacent regions

地层划分		地区	本文	汪 贇 翔 (1984) 安徽沿江	南京地研所 (1984) 苏南地区	江苏区测队 (1982) 苏南地区	江苏区测队 (1985) 苏南地区	地矿部石油地 质中心实验室 (1982) 苏皖南部	本 (1986) 鄂东南	川东、鄂西	四川广元
中 三 叠 统	安 尼 锡 阶	化 石	东 马 鞍 山 组	东 马 鞍 山 组	周 冲 村 组	周 冲 村 组	周 冲 村 组	上 青 龙 组		巴 东 组	雷 口 坡 组
	奥 伦 尼 克 阶	Subcolumbites层 Columbites带 Anasibirites带	扁 担 山 组	扁 担 山 组	青 三 段	上 青 龙 组	沧 波 门 组	下 青 龙 组	大 七 段	嘉 陵 江 组	嘉 陵 江 组
三 叠 统	下 阶	Owenites层	和 龙 山 组	和 龙 山 组	二 段	下 青 龙 组	湖 山 组	青 龙 组	大 六 段	嘉 陵 江 组	嘉 陵 江 组
	印 度 阶	Flemingites带 Gyronites层 Ophiceras— Lytophicerases带	殷 坑 组	殷 坑 组	一 段	上 青 龙 组	青 龙 组	一 段	大 五 段	大 冶 组	大 冶 组
统	阶								大 四 段	大 冶 组	飞 仙 关 组
									大 三 段		
									大 二 段		
									大 一 段		

表2 下扬子地区青龙群主要岩石类型及其分布简表
Table 2 Rock types and distribution of Qinglong Group in Lower Yangtze Valley

主要岩石类型		主要分布地区和层位
碳 酸 盐 岩	石 浅水颗粒石灰岩	主要分布于东部无锡、苏州和西部的殷坑组与和龙山组，东部广大地区的扁担山组上部
	叠层石石灰岩	分布有限，主要分布于西部和东南部的殷坑组，部分地区的东马鞍山组
	重力流石灰岩	分布于西部的殷坑组，北部和中部的下三叠统各组
	灰 风暴岩	见于泾县、宁国、广德、宜兴、长兴、溧阳等地的殷坑组和(或)和龙山组
	(原地)灰泥石灰岩	分布于青龙群各组
白 云 岩	岩 瘤石灰岩	主要分布于皖、苏沿江一带扁担山组下段，在各地殷坑组与和龙山组亦有分布
	盐 蠕体石灰岩	分布于大部分地区的扁担山组上部
	白 准同生白云岩	分布于大部分地区的东马鞍山组，西部的和龙山组、无锡的殷坑组与和龙山组
岩	准同生后白云岩	分布有限。分布于大部分地区的东马鞍山组，西部和无锡的殷坑组
	青 溶 角 砾 岩	分布于大部分地区的东马鞍山组
碎 屑 岩	泥、 页 岩	主要分布于殷坑组与和龙山组，在江山及上饶一带的扁担山组和东马鞍山组亦有分布
	粉 砂 岩	分布有限，仅见于江山、上饶一带的殷坑组至东马鞍山组
蒸 发 岩	石 膏、 硬 石 膏 岩	分布有限，仅见于北部和中部的东马鞍山组

相古地理图 4 幅，油气生储盖条件图 6 幅。本文就是这一研究成果的一部分。

二、地层及岩石

下扬子地区青龙群可分四组，自下而上分别为殷坑组、和龙山组、扁担山组和东马鞍山组，其中前三组属下三叠统，最后一组属中三叠统^[1, 2]。表 1 为本区青龙群四组的统一对比表。

青龙群岩石可分为碳酸盐岩、碎屑岩和蒸发岩三大类。碳酸盐岩分布最广，出现于各个层位，碎屑岩主要发育于底部，蒸发岩主要发育于顶部（地表露头为膏溶角砾岩）。碳酸盐岩包括石灰岩和白云岩。根据成分、结构及成因分类^[3, 4]，并参考特殊构造，石灰岩又可分为浅水颗粒石灰岩、叠层石石灰岩、重力流石灰岩、风暴岩、（原地）灰泥石灰岩、瘤石灰岩、蠕体石灰岩等类型；白云岩又可分为准同生白云岩和准同生后白云岩（表 2）。

三、单因素分析综合作图法

岩相古地理及古地理的研究及作图方法很多^[5-10]，本文采用笔者倡导的“单因素分析综合作图法”^[11-14]（1）。

所谓单因素，是指能独立地反映某地区某层段沉积环境某些侧面的岩性特征、古生物特征和其他特征，如厚度、特定的颗粒、特定的矿物或岩石、特定的化石、颜色等。

这一方法可分三个步骤。第一，先对各剖面（首先是基于剖面）进行认真的岩石学研究，取得齐全可信的各种第一手定量及定性资料，尤其是各种定量资料。第二，在这些定量资料中，选择出那些能独立地反映沉积环境某些特征的因素，即单因素，并按要求的作图单位层段，把研究区各单剖面各作图单位层段各种单因素的百分含量都统计出来，并作出相应的基础图件，主要是等值线图，也可以是分区图或点图。这些单因素基础图件可从不同的侧面定量地反映该地区该层段的沉积环境特征。这就是“单因素分析”。第三，再把各作图单位层段的各单因素基础图件综合起来，并结合其他定量和定性资料以及其他区域地质资料，去粗取精，去伪存真，全面分析，综合判断，即可编制出该地区该作图单位层段的岩相古地理图。这就是“综合作图”。

这一方法的核心是定量化，即以定量的资料为基础，从定量的单因素基础图件分析入手，通过全面的综合分析判断，最后作出定量化的岩相古地理图。在这种岩相古地理图中，各古地理单元的确定都有确切的定量资料为依据。

本文选择的单因素有厚度、浅水颗粒、准同生白云岩、重力流沉积、深水沉积厚度与浅水沉积厚度比值、陆源物质、暗色岩层厚度、膏岩层厚度等。

某沉积地区某沉积层段的厚度主要受该地区沉降幅度的控制。因此，一个沉积地区某沉积层段的等厚图主要反映该地区该层段沉积时期的古大地构造格局，主要是相对隆

1) Feng Zengzhao (冯增昭), Methodology on lithofacies paleogeography of carbonate rocks (碳酸盐岩岩相古地理方法论), 将在《中国科学进展·地学》1986卷中发表。

起和相对凹陷的格局。在陆源物质尤其是粗粒陆源物质沉积发育的地区,沉积厚度也反映陆源物质的供给条件。沉积厚度与水体深度并无必然的关系,水体深浅的确定需要其它的单因素标志。

这里所说的浅水颗粒乃指砂级以上的经过簸选和磨蚀的浅水沉积颗粒。颗粒含量高,表明沉积水体的水动力条件强;颗粒含量低,表明水动力条件弱。暂且把颗粒含量大于30%的地区定为水下浅滩简称滩,把颗粒含量介于29—20%的地区定为准滩,把颗粒含量介于19—10%的地区定为雏滩。滩为水下隆起或高地,位于浪基面之上,水动力能量高;准滩者,其水动力强度稍次于滩。至于雏滩,意为滩的初级状态,即滩之雏形,有向滩发展的趋势。

准同生白云岩一般形成于潮上及潮间地带或泻湖中。在浅水潮上及潮间地区即潮坪地区,暂且把准同生白云岩含量大于50%的地区定为云坪,把准同生白云岩含量介于49—30%而石灰岩含量大于50%的地区定为云灰坪。

重力流沉积主要是斜坡的产物,因此,重力流沉积的出现一般反映了斜坡环境的存在。在深水沉积区,暂且把具有重力流沉积的区域当作斜坡环境。当然,这样划分并不完全反映客观情况,因重力流沉积并不仅分布于斜坡环境,也分布于盆地环境,只不过主要分布于斜坡环境。

深水沉积厚度与浅水沉积厚度比值,简称 $H_{深}/H_{浅}$ 比值,是为了区分浅水沉积区和深水沉积区。所谓浅水是指正常浪基面以上或其附近的台地水体,深水则指正常浪基面以下的斜坡和盆地水体。两者的判别是通过综合岩性、沉积构造、古生态等标志而作出的。在实际应用中,主要勾绘 $H_{深}/H_{浅}$ 比值为1的等值线,且以此进行分析。比值大于1,表明深水沉积物厚度大于浅水沉积物厚度,说明这些地区以深水沉积物为主,基本上属深水沉积区;反之,比值小于1的区域基本上属浅水沉积区。

粗粒陆源物质(砾石和砂,尤其是砾石)可反映陆源区的方位,亦可当作古陆的边缘相。细粒陆源物质(粉砂和泥,尤其是泥)只能大致地反映其源区的方位,因为其粒度太小,搬运距离可以相当远。这种细粒陆源物质尤其是陆源泥,主要沉积在较安静的环境中。因此,对陆源物质含量等值线图这一单因素基础图件的环境解释应当具体分析具体对待。

暗色岩(暗色粘土岩及暗色碳酸盐岩)主要形成于还原环境中,而且是有利的生油岩。因此,暗色岩层等厚图就为生油岩的空间分布提供了十分有用的背景。

石膏和硬石膏是蒸发环境产物,通常是在潮上盐坪及盐化泻湖中形成的。本文暂且把石膏厚度大于100米的地区称作盐化泻湖,其中包括石膏泻湖(石膏含量 $>30\%$)和含膏泻湖(石膏含量29—10%)。此外,石膏层还是十分良好的油气盖层。

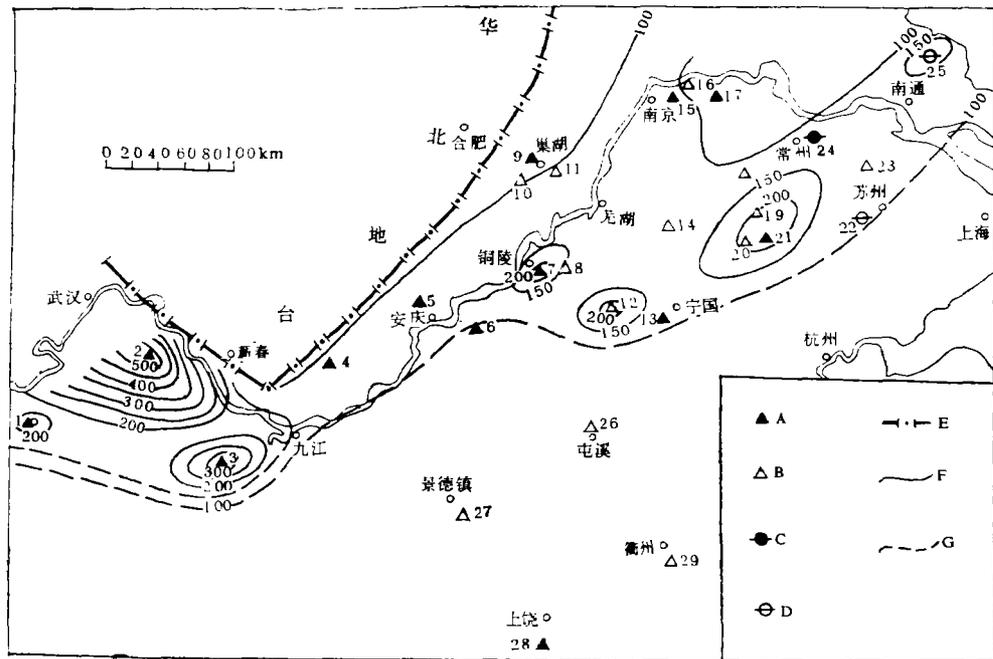
下面,用单因素分析综合作图法,对下扬子地区中、下三叠统青龙群各组,进行岩相古地理研究及作图。

四、殷坑组岩相古地理研究

1. 殷坑组各单因素基础图件

(1) 厚度等值线图

根据16条基干剖面和13条辅助剖面资料，勾绘出了下扬子地区下三叠统殷坑组厚度等值线图(图1)。



- 1. 蒲圻观音山 2. 大冶沙田 3. 瑞昌甘坑 4. 宿松坐山 5. 安庆月山 6. 贵池殷坑
 - 7. 铜陵牛形山 8. 铜陵叶村 9. 巢湖马家山 10. 无为白牡丹山 11. 含山柱山
 - 12. 泾县澄烂桥 13. 宁国山门洞 14. 宣城高淳 15. 江宁湖山 16. 龙潭
 - 17. 镇江大力山 18. 溧阳上黄 19. 宜兴张渚 20. 广德牛头山
 - 21. 长兴葆青 22. 苏州DKZ513孔 23. 无锡嵩山 24. 武进武2井
 - 25. 如东石甸1井 26. 休宁 27. 景德镇仙槎
 - 28. 上饶黄沙岭 29. 江山政棠
- A. 基干剖面编号 B. 辅助剖面编号 C. 基干钻井剖面 D. 辅助钻井剖面 E. 地台界线
F. 厚度等值线 G. 厚度等值线(推测的)

图1 下扬子地区下三叠统殷坑组厚度等值线图

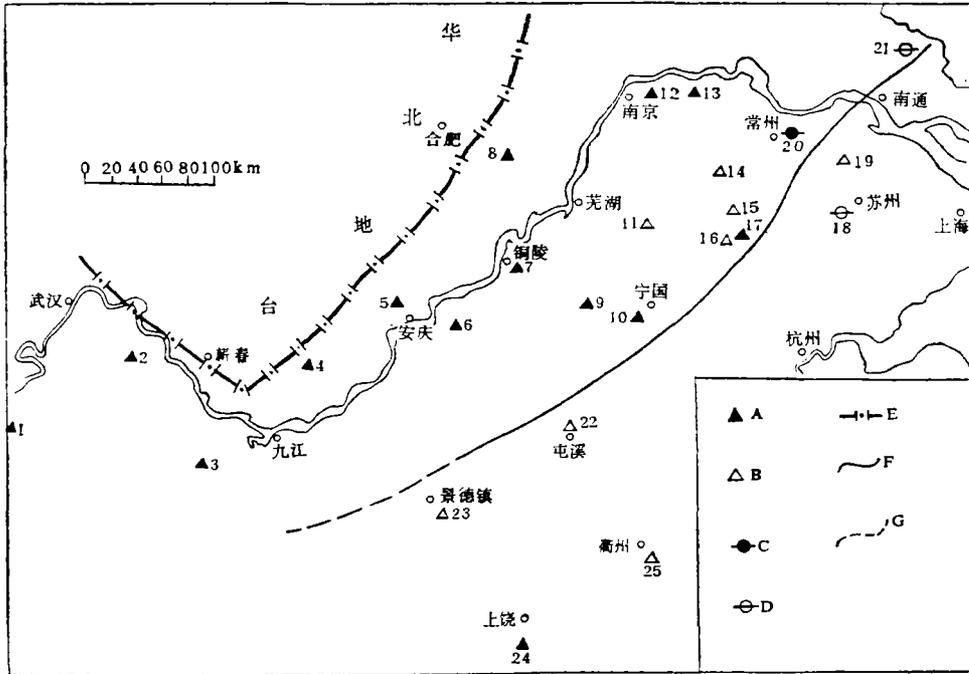
Fig. 1 Isopach map of Yinkeng Formation of Lower Triassic in Lower Yangtze Valley

可以看出：1.等厚线延伸方向在东部呈北东向，在西部呈北西向和近东西向，这反映其古构造的基本格局。2.厚度介于80—590米之间，东西部厚度较大，均超过200米，西部大冶地区厚度最大，达590.25米。东北部东南部厚度较小。

(2) H深/H浅比值等值线图

根据基干剖面和辅助剖面资料，作出了下扬子地区下三叠统殷坑组深水沉积与浅水沉积厚度比值等值线图(图2)。

图中H深/H浅比值为1的等值线把本区分为两部分。此线以北，比值>1，以深



1.蒲圻观音山 2.大冶沙田 3.瑞昌甘坑 4.宿松坐山 5.安庆月山 6.贵池殷坑
 7.铜陵牛形山 8.巢湖马家山 9.泾县澄烂桥 10.宁国山门洞
 11.宣城高淳花山 12.江宁湖山 13.镇江大力山 14.溧阳上黄 15.宜兴张渚
 16.广德牛头山 17.长兴葆青 18.苏州DZK513孔 19.无锡嵩山
 20.武2井 21.如东石甸1井 22.休宁 23.景德镇仙槎
 24.上饶黄沙岭 25.江山政棠
 A.基于露头剖面编号 B.辅助露头剖面编号 C.基于钻井剖面 D.辅助钻井剖面 E.地台界线
 F. $H_{深}/H_{浅}$ 等值线 G. $H_{深}/H_{浅}$ 等值线(推测的)

图2 下扬子地区下三叠统殷坑组深水沉积与浅水沉积厚度比值等值线图

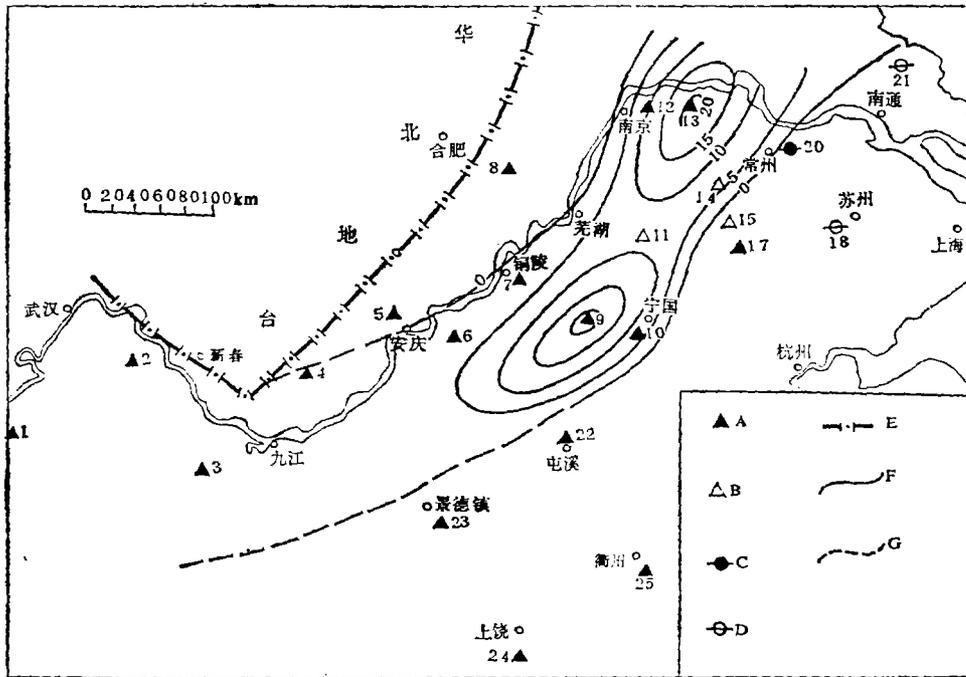
Fig. 2 Isoline map of the sedimentary thickness ratio of deep-water to shallow-water of Yinkeng Formation of Lower Triassic in Lower Yangtze Valley

水沉积为主，属深水沉积区；此线以南，比值 < 1 ，以浅水沉积为主，属浅水沉积区。

(3)重力流沉积含量(%)等值线图

下扬子地区下三叠统殷坑组重力流沉积含量(%)等值线图(图3)表明：1.重力流沉积主要集中在一个北东-南西向的延伸带上，从镇江到泾县最高含量达20%以上，表明这一地带为斜坡沉积区。2.在此延伸带上，南北两条零值线十分重要；在此两条零值线以外，无重力流沉积，应为非斜坡沉积区。3.南零值线与上述的 $H_{深}/H_{浅}$ 比值为1的线大体一致，表明南零值线以南为浅水沉积区。北零值线以北应为深水沉积区。

(4)浅水颗粒含量(%)等值线图



- 1.蒲圻观音山 2.大冶沙田 3.瑞昌甘坑 4.宿松坐山
- 5.安庆月山 6.贵池殷坑 7.铜陵牛形山 8.巢湖马家山 9.泾县澄烂桥
- 10.宁国山门洞 11.宣城高淳花山 12.江宁湖山 13.镇江大力山 14.溧阳上黄
- 15.宜兴张渚 16.广德牛头山 17.长兴藻青 18.苏州DZK513井
- 19.无锡嵩山 20.武进武2井 21.如东石甸1井
- 22.林宁 23.景德镇仙槎 24.上饶黄沙岭 25.江山政棠

A. 基于露头剖面编号 B. 辅助露头剖面编号 C. 基于钻井剖面 D. 辅助钻井剖面
 E. 地台界线 F. 重力流沉积含量(%)等值线
 G. 重力流沉积含量(%)等值线(推测的)

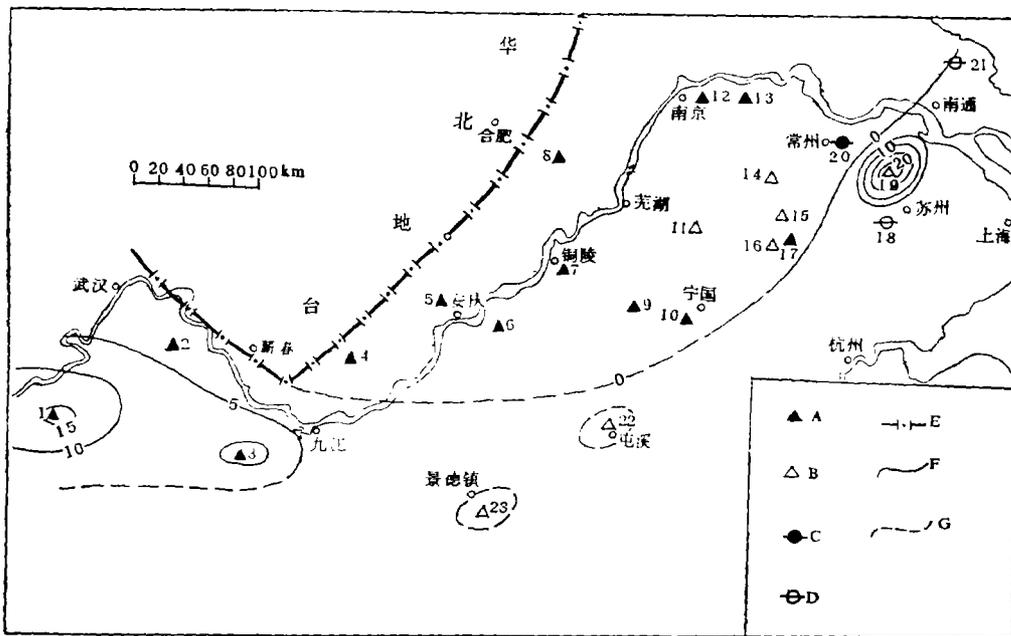
图3 下扬子地区下三叠统殷坑组重力流沉积含量(%)等值图

Fig. 3 Isolines map of gravity flow sedimentary content (%) of Yinkeng Formation of Lower Triassic in Lower Yangtze Valley

从下扬子地区下三叠统殷坑组浅水颗粒含量(%)等值线图(图4)可以看出: 1. 浅水颗粒仅分布于西部和东南部。2. 浅水颗粒分布地区, 在东部与浅水沉积区大体一致, 而在西部却“扩大”到深水沉积区了。从单剖面研究成果可知, 殷坑组在西部的纵向相变较大, 自下而上由深水盆地、深水斜坡变为浅滩环境(顶部), 浅水颗粒则主要分布于顶部的浅滩环境中。3. 浅水颗粒含量总的说来较低, 大于10%的地区有东部的无锡和西部的蒲圻和瑞昌, 其中无锡颗粒含量较高, 高达25%, 表明其水动力条件较强; 另外, 林宁和景德镇地区亦有一定数量的浅水颗粒, 由于其中殷坑组尚未分出, 故颗粒具体含量不好确定, 估计大于10%。

(5) 陆源物质含量(%)等值线图

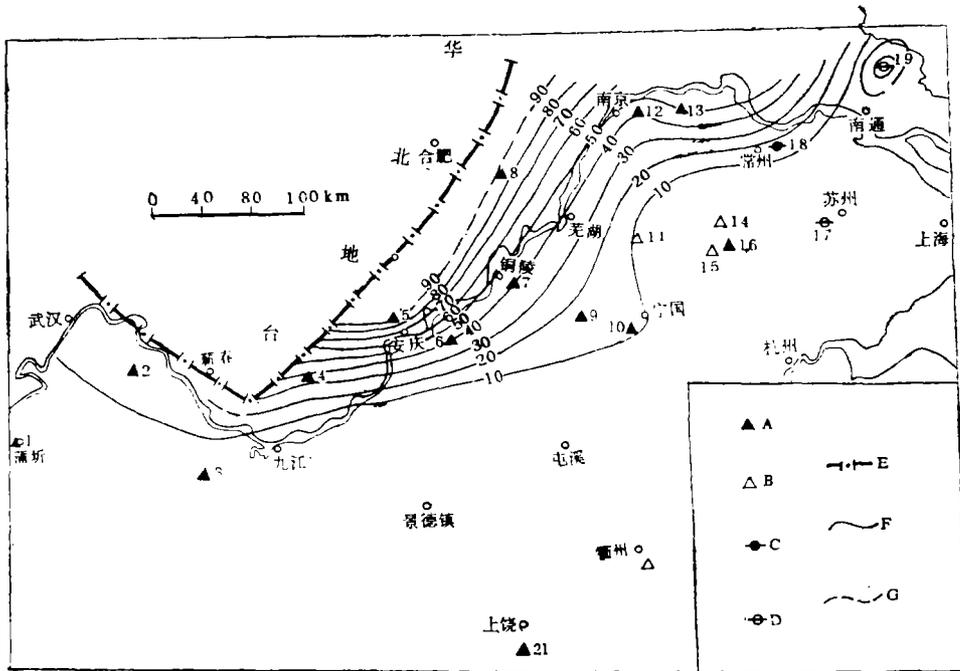
从下扬子地区下三叠统殷坑组陆源物质含量(%)等值线图(图5)可以看出:1.等值线延伸方向大体为北东向。2.陆源物质含量介于97—6.1%之间;含量具有“南北高中间低”的特点,即南部上饶、江山一带和北部巢湖、安庆一带含量较高(达80—97%),而其间的大部分地区则较低。南部陆源物质含量高而且粒度较大,为粉砂-泥级,向北含量变低且粒度变小(泥级);说明本区以南可能有一物源区,向北供应陆源物质。北部陆源物质含量高但粒度小(泥级),这些陆源物质可能有两个来源区:其一,来自本区以北,即在相当于现在的“华北地台”的部位或更北的部位有一物源区,向南供应陆源物质;其二,仍来自本区以南即前已述及的南方陆源区,这些细粒的陆源物质从很远的南方物源区“漂洋过海”,通过浅水台地区再沉积在深水沉积区。



1.蒲圻观音山 2.大冶沙田 3.瑞昌甘坑 4.宿松坐山 5.安庆月山
 6.贵池殷坑 7.铜陵牛形山 8.巢湖马家山 9.泾县澄烂桥
 10.宁国山门洞 11.宣城高淳花山 12.江宁湖山 13.镇江大力山 14.溧阳上黄
 15.宜兴张渚 16.广德牛头山 17.长兴葆青 18.苏州DZK513井
 19.无锡嵩山 20.武进武2井 21.如东石甸1井
 22.休宁 23.景德镇仙槎
 A. 基于剖面编号 B. 辅助剖面编号 C. 基于钻井剖面 D. 辅助钻井剖面
 E. 地台界线 F. 浅水颗粒含量(%)等值线 G. (推测的)浅水颗粒含量(%)等值线

图4 下扬子地区三叠统殷坑组浅水颗粒含量(%)等值线图

Fig.4 Isoline map of shallow-water grains content (%) of Yinkeng Formation of Lower Triassic in Lower Yangtze Valley



- 1. 蒲圻观音山 2. 大冶沙田 3. 瑞昌甘坑 4. 宿松坐山 5. 安庆月山
 - 6. 贵池殷坑 7. 铜陵牛形山 8. 巢湖马家山 9. 泾县澄烂桥
 - 10. 宁国山门洞 11. 宣城高淳花山 12. 江宁湖山
 - 13. 镇江大力山 14. 宜兴张渚 15. 广德牛头山 16. 长兴葆青 17. 苏州DZK513井
 - 18. 武进武2井 19. 如东石甸1井 20. 江山政紫
 - 21. 上饶黄沙岭
- A. 基于露头剖面编号 B. 辅助露头剖面编号 C. 基于钻井剖面
 D. 辅助钻井剖面 E. 地台界线 F. 陆源物质含量(%)等值线
 G. (推测的)陆源物质含量(%)等值线

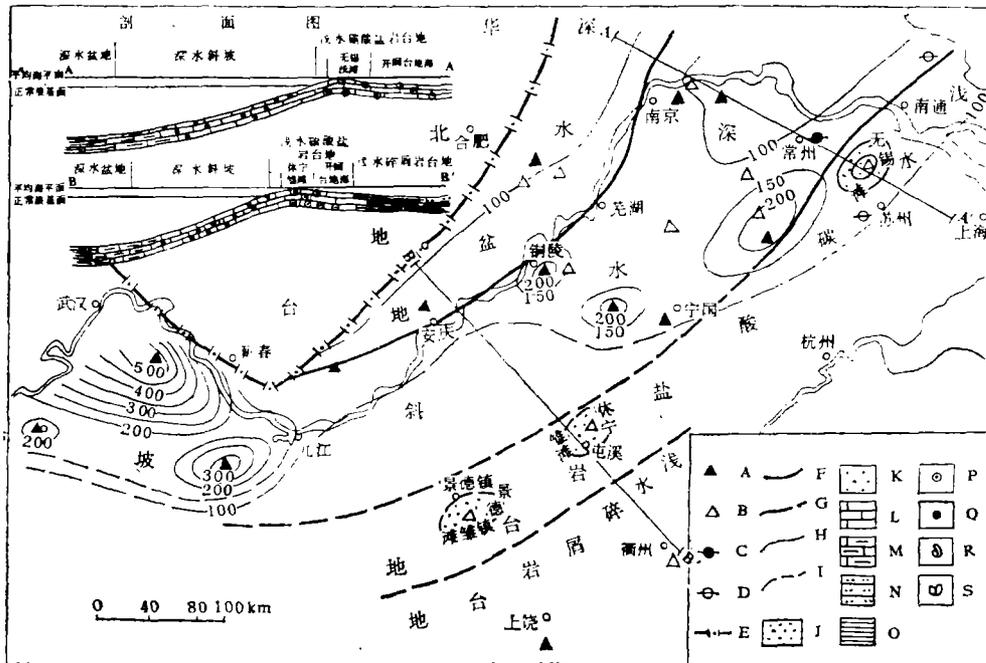
图5 下扬子地区下三叠统殷坑组
陆源物质含量(%)等值线图

Fig.5 Isoline map of terrigenous materials content (%) of Yinkeng Formation of Lower Triassic in Lower Yangtze Valley

2. 殷坑期岩相古地理图

综合以上各单因素基础图件，并参考其他环境标志及其他区域地质资料，编绘出了下扬子地区早三叠世殷坑期岩相古地理图(图6)。

在图6中，首先依据 $H_{深}/H_{浅}$ 比值为1的线，将本区划分为浅水沉积区和深水沉积区。在浅水沉积区中，再分出浅水碳酸盐岩台地和浅水碎屑岩台地；在浅水碳酸盐岩台地中，再根据浅水颗粒含量划分出准滩、雏滩和开阔台地海。在深水沉积区，根据重力流沉积北零值线，划分出深水盆地和深水斜坡。显然，殷坑期下扬子海的古地理面貌具有“四分”的特点，即自南而北依次为浅水碎屑岩台地、浅水碳酸盐岩台地、深水斜坡、深水盆地。下面，就对这些古地理单元以及一些有关的问题作一说明。



- A. 基于露头剖面 B. 辅助露头剖面 C. 基于钻井剖面 D. 辅助钻井剖面 E. 台地界线
- F. 相带界线 G. 相带界线(推测的) H. 地层等厚线 I. (推测的)地层等厚线
- J. 准滩 K. 雏滩 L. 石灰石 M. 泥灰岩
- N. 粉砂岩 O. 泥、页岩 P. 浅水颗粒 Q. 重力流沉积颗粒
- R. 菊石 S. 瓣鳃类

图6 下扬子地区早三叠世殷坑期岩相古地理图

Fig.6 Lithofacies paleogeographic map of Yinkeng Age of Early Triassic in Lower Yangtze Valley

(1) 浅水碎屑岩台地 位于本区最南部的上饶、江山一带。岩性以泥、页岩和粉砂岩为主，具菊石和瓣鳃类化石，小型交错层理发育。沉积水体不深，位于正常浪基面附近或之上。

(2) 浅水碳酸盐岩台地 位于东区的南部。根据颗粒含量可将它进一步分为准滩、雏滩和开阔台地海等次一级古地理单元。

准滩和雏滩均为浅水碳酸盐岩台地的水下隆起，其中颗粒含量分别为29—20%和19—10%。无锡附近有一准滩，其中亮晶颗粒石灰岩发育，并见小型柱状叠层石，说明其沉积水体较浅，水体能量较大。在休宁和景德镇一带，相当于殷坑组的地层中发育亮晶颗粒石灰岩（遗憾的是至今未曾分出殷坑组），推测当时此区亦属水下隆起，可能为雏滩。

在开阔台地海中，颗粒含量低于10%，陆源物质较少，岩石颜色较浅，岩性主要为灰泥石灰岩，沉积水体不深，水动力条件较弱。

(3) **深水斜坡** 位于本区西部和东部的中央地区。此区以具有重力流沉积为特征, 岩性以灰泥石灰岩夹重力流沉积为主, 下部有泥、页岩; 东部无浅水颗粒存在, 西部直到本期末才出现浅水颗粒; 菊石和瓣鳃类化石丰富。总的说来, 本区水体较深, 位于正常浪基面之下。

(4) **深水盆地** 位于本区的北部。无浅水颗粒、重力流沉积; 岩性以暗色泥、页岩为主, 夹瘤石灰岩和泥灰岩等; 生物丰富, 具宽大、光滑、薄壳的菊石和薄壳瓣鳃类化石。沉积水体较深, 位于正常浪基面和氧化界面之下。

在殷坑期, 下扬子海域范围较大, 且与古太平洋和特提斯海相通。区内生物组合面貌反映出既有古太平洋生物又有特提斯海生物的混生特点。下扬子海的海底地形具有南浅北深的特点, 但是, 殷坑组海域的最大海水深度尚难确切定论。综合岩性、古生物以及一些微量元素分析资料, 可大体判定此深水盆地的水深约在200米左右, 基本上仍属于陆棚浅海的范畴。下扬子海发育菊石, 而菊石形成于热带或亚热带正常盐度的海洋环境。由此可知, 殷坑期海水温暖, 盐度正常。

从陆源物质分布规律来看, 下扬子海以南应有一物源区, 导致上饶、江山地区发育泥、页岩和粉砂岩沉积。下扬子海北部的泥、页岩沉积亦可能由此陆源区所供给, 但也可能与其它物源区有关。

在早三叠世时, 华北地台是一个古陆。但华北地台与下扬子海的关系还需具体分析。从当时的岩相古地理来看, 它们并不是毗邻的, 很可能相距甚远。当时的下扬子海自南而北水体加深, 在北部已变为深水盆地了。如果说华北古陆与下扬子海是毗邻的话, 那么在古陆附近存在深水盆地就不好解释了, 况且在下扬子海北端并未发现古陆边缘相。故在岩相古地理图上, 暂用地台界线将两者分开。

所谓的“江南古陆”, 在当时是不存在的。因为在此所谓的“古陆”区域内的休宁、景德镇等地, 已发现早三叠世海相地层, 这说明该地区当时并非陆地, 而是海域。根据有关单因素资料判断, 它应属浅水碳酸盐台地范畴, 而且各种类型的浅滩发育。至于此地区的大部分缺失青龙群, 则应与后期剥蚀有关。

关于“华夏古陆”, 在当时应是存在的。江山、上饶一带浅水碎屑岩台地的陆源物质即来自华夏古陆。

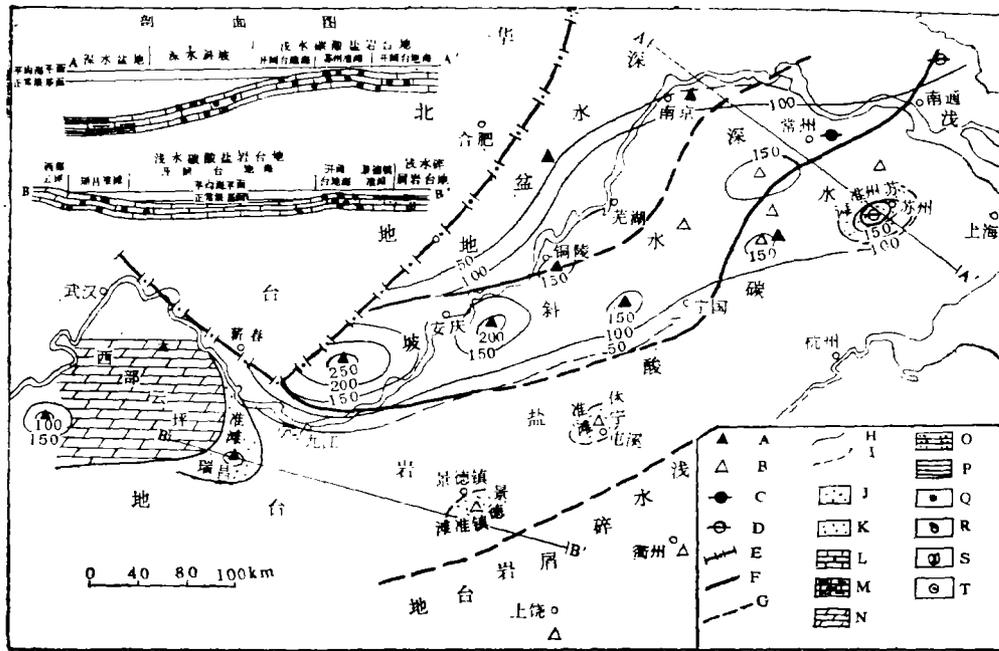
五、和龙山组岩相古地理研究

在和龙山组, 笔者共作了6幅单因素基础图件, 即厚度等值线图、 $H_{深}/H_{浅}$ 比值等值线图、重力流沉积含量(%)等值线图、浅水颗粒含量(%)等值线图、准同生白云岩含量(%)等值线图、陆源物质含量(%)等值线图。

根据上述单因素基础图件, 采用同样的综合分析方法, 绘出了下扬子地区早三叠世和龙山期岩相古地理图(图7)。

把图7与殷坑期岩相古地理图进行对比, 可看出和龙山期岩相古地理具有以下特征:

1. 古地理面貌与殷坑期基本相似, 仍保持了浅水碎屑岩台地、浅水碳酸盐岩台地、



A. 基于露头剖面 B. 辅助露头剖面 C. 基于钻井剖面 D. 辅助钻井剖面 E. 地台界线
 F. 相带界线 G. (推测的)相带界线 H. 地层等厚线
 I. (推测的)地层等厚线 J. 准滩 K. 雏滩 L. 石灰石
 M. 瘤石灰石 N. 准同生白云岩 O. 粉砂岩
 P. 泥、页岩 Q. 重力流沉积颗粒 R. 菊石 S. 笔蚶类
 T. 浅水颗粒

图7 下扬子地区早三叠世和龙山期岩相古地理图

Fig.7 Lithofacies paleogeographic map of Helongshan Age of Early Triassic in Lower Yangtze Valley

深水斜坡、深水盆地的“四分”特点。

2. 浅水碳酸盐岩台地比殷坑期扩大了，主要表现在殷坑期的西部深水斜坡已变成了云坪（西部云坪）和准滩（瑞昌准滩），中部和东部的浅水沉积区也向北扩展了。殷坑期的无锡准滩开始向云坪转化，而休宁雏滩（？）和景德镇雏滩（？）等水下高地依然存在，且有可能变为准滩。另外，还出现了新的苏州准滩。

3. 深水斜坡范围比殷坑期缩小了。殷坑期的西部深水斜坡在本期已变成了云坪。

4. 深水盆地范围与殷坑期差不多。

5. 古生物组合面貌仍然具有古太平洋生物和特提斯海生物混合的特点，下扬子海与它们仍互相勾通。

6. 海底地形仍具南浅北深的特点。但从总体来看，其水体比殷坑期变浅了。

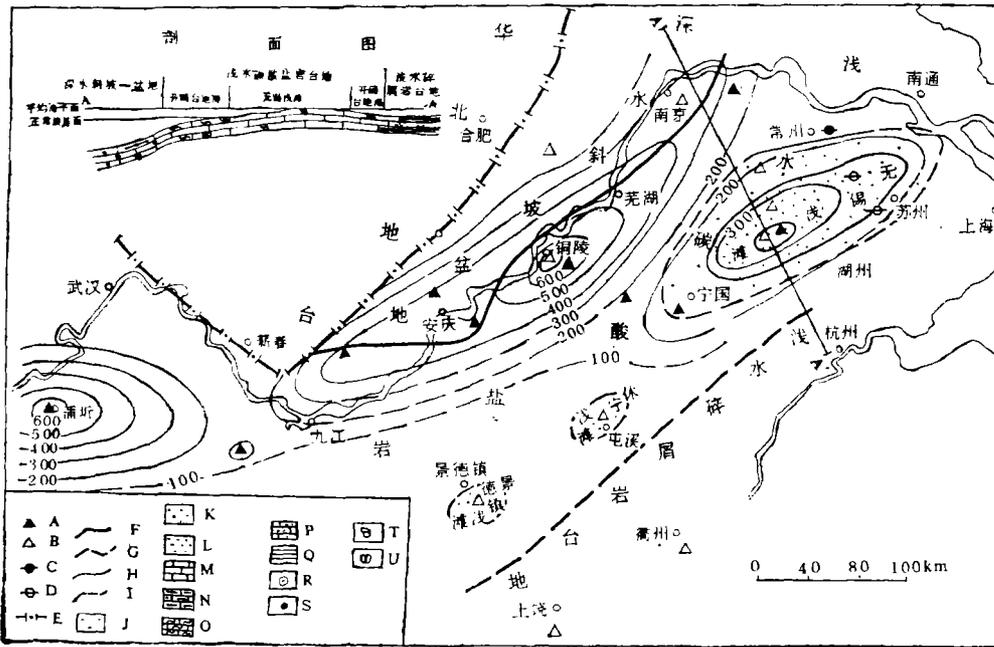
7. 东部海域仍然温暖，盐度正常，这与殷坑期类似；西部海水盐度有所增高，准同生白云岩发育。

8. 陆源物质供给可能仍来自下扬子海域以南的物源区。

9. 华北地台在本期与下扬子海仍相距甚远。所谓“江南古陆”，仍和殷坑期一样，并非古陆，乃一水下高地，可能为雏滩或准滩，属浅水碳酸盐台地的一部分。华夏古陆仍可能存在，并提供陆源物质，南部的浅水碎屑岩台地应是它的边缘相带。

六、扁担山组岩相古地理研究

在扁担山组，笔者共作了 4 幅单因素基础图件，即厚度等值线图、H_深/H_浅比值等值线图、重力流沉积含量(%)等值线图、浅水颗粒含量(%)等值线图。



- A. 基于露头剖面 B. 辅助露头剖面 C. 基于钻井剖面 D. 辅助钻井剖面
- E. 地台界线 F. 相带界线 G. (推测的)相带界线
- H. 地层等厚线 I. 地层等厚线(推测的) J. 浅滩
- K. 准滩 L. 雏滩 M. 石灰石 N. 瘤石灰岩 O. 蠕体石灰岩
- P. 粉砂岩 Q. 泥、页岩 R. 浅水颗粒 S. 重力流沉积颗粒
- T. 菊石 U. 瓣鳃类

图 8 下扬子地区早三叠世扁担山期岩相古地理图

Fig.8 Lithofacies paleogeographic map of Biandanshan Age of Early Triassic in Lower Yangtze Valley

综合这些单因素基础图件，绘出了下扬子地区早三叠世扁担山期岩相古地理图(图 8)。与前期岩相古地理图相比，可看出扁担山期岩相古地理具如下特征：

1. 古地理基本面貌虽未发生根本性的变化，但“四分”的特点已不明显了。南部的浅水碎屑岩台地仍然存在，中部的浅水碳酸盐岩台地继续向北扩大，北部的深水沉积区

继续缩小,而且已很难把深水斜坡和深水盆地分开了。

2.浅水碳酸盐岩台地比前期更加扩大了,它占据了本地区的绝大部分面积,其中分布着一些大小不等的滩、准滩和雏滩。范围最大的滩在无锡、苏州、溧阳、宜兴、长兴、广德、宁国地区,可叫做无浅滩。另外,在铜陵和瑞昌以南,亦发育着雏滩。在休宁和景德镇地区,亦可能有水下浅滩。

3.本期的深水沉积区仅局限于北部,总称深水斜坡-盆地。此区内重力流沉积很发育,瘤石灰岩亦较发育。

4.本期早期生物繁盛,以菊石为主,仍具古太平洋和特提斯海生物混生之特点,说明下扬子海与这两个海域仍是相通的。海水温暖,盐度正常。晚期生物少见,且主要为介形虫、有孔虫、棘屑等,可能与海水盐度增高有关系。

5.陆源物质供应仍主要来自南方的物源区。然而,下扬子海主体部分的陆源物质含量很低,说明物源区物质供应已趋贫乏。

6.华北地台在本期与下扬子海仍相距甚远。所谓“江南古陆”仍非古陆,仍为浅水沉积区,浅滩可能相当发育。南方的华夏古陆仍可能存在,可能是本期的主要陆源物质供应区。

七、东马鞍山组岩相古地理研究

在东鞍山组,笔者共作了4幅单因素基础图件,即厚度等值线图、膏岩层厚度等值线图、浅水颗粒含量(%)等值线图、准同生白云岩含量(%)等值线图。

综合这些单因素基础图件,绘出了下扬子地区中三叠世东马鞍山期岩相古地理图(图9)。与早三叠世殷坑期、和龙山期及扁担山期的岩相古地理图相比,可看出东马鞍山期岩相古地理具有如下特点:

1.古地理面貌有很大的变化。原来的深水沉积区和浅水沉积区兼有的海域,现在已演变成统一的浅水沉积区。这种变化是渐变的。

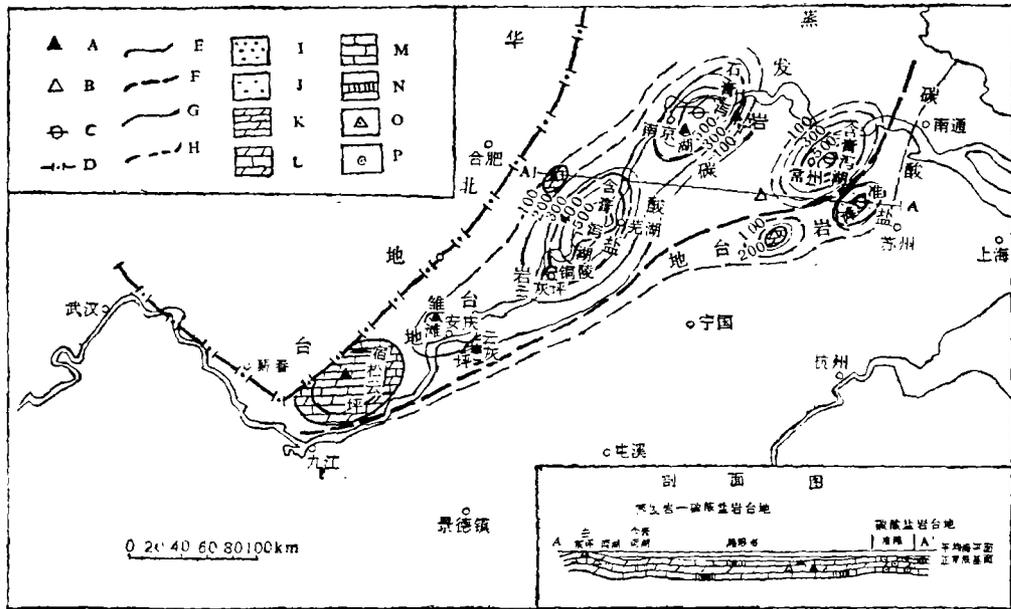
2.根据膏岩厚度零值线,将本期海域分成蒸发岩-碳酸盐岩台地和碳酸盐岩台地。实际上,除无锡、宜兴等地外,其余地区均为蒸发岩-碳酸盐岩台地。

3.在蒸发岩-碳酸盐岩台地中,分布着咸化泻湖、云坪、云灰坪、雏滩、局限海等次一级古地理单元。三个泻湖,即南京地区的石膏泻湖、铜陵-无为-马鞍山地区的含膏泻湖和常州地区的含膏泻湖;一个云坪和两个云灰坪,即宿松云坪、贵池云灰坪和铜陵云灰坪。一个雏滩,即安庆雏滩,其沉积水体较浅,水体能量较高。在此蒸发岩-碳酸盐岩台地中,泻湖、云坪、云灰坪和雏滩之间的水域为局限海。

4.在碳酸盐岩台地中,可分出准滩、雏滩、云灰坪、局限海等次一级的古地理单元。

5.本期海域水体的盐度和温度均较高,这不仅从岩石组合上可以看出,而且在生物化石组合上也有反映,即窄盐度的生物基本未见,而代之以广盐度的瓣鳃类、介形虫、有孔虫和藻类。

6.东马鞍山期末,由于地壳抬升,造成下扬子地区大规模海退,全区经过海陆过渡



- A. 基于露头剖面 B. 辅助露头剖面 C. 辅助钻井剖面 D. 地台界线 E. 相带界线
- F. (推测的)相带界线 G. 等厚线 H. (推测的)等厚线
- I. 准滩 J. 准滩 K. 准同生白云岩 L. 云灰坪 M. 石灰石 N. 石膏、硬石膏
- O. 青溶角砾 P. 浅水颗粒

图 9 下扬子地区中三叠世东马鞍山组岩相古地理图

Fig. 9 Lithofacies paleogeographic map of Dongmaanshan Age of Middle Triassic in Lower Yangtze Valley

阶段后，全部上升为陆，有的地区形成了湖泊。至此，下扬子地区海相沉积的历史基本宣告结束。

八、岩相古地理的历史演化

在早三叠世初期，殷坑期海侵开始，在晚二叠世大隆期或长兴期海域的基础上形成了广阔的殷坑期海域。在殷坑期，整个下扬子海域具有“四分”的古地理格局，即自南而北，依次发育着浅水碎屑岩台地、浅水碳酸盐岩台地、深水斜坡和深水盆地。在和龙山期，古地理面貌基本上保持了“四分”的特征，但东部的浅水环境有所扩大，深水环境退缩，西部的深水斜坡已变为浅水碳酸盐岩台地。在扁担山期，“四分”特点已不清楚了，浅水沉积区继续扩大，浅滩发育，深水沉积区继续缩小；至扁担山期后期，全区已全部变成以滩、滩间海、局限海为特征的浅水沉积区了。在东马鞍山期，下扬子海域已完全变为浅水沉积区，水体运动受到局限，泻湖和局限海发育，还有云坪、云灰坪、准滩和准滩。总之，从殷坑期到东马鞍山期，沉积水体不断变浅，浅水沉积区不断向北

推进,而深水沉积区则不断向北退缩,逐渐演变成一个统一的浅水沉积区;同时,海水盐度和温度也不断提高,形成了一个明显的海退序列。至东马鞍山期结束,全区发生海退,从而基本上结束了下扬子地区的海相沉积历史。

在开题论证工作过程以及最终成果的评审中,石油工业部科技司、我院及我研究生部的领导给予了最有力的支持。叶连俊、田在艺、吴崇筠、张鹏飞、何镜宇、吴葆青、沙庆安、张万选等各位老前辈及专家们给予了积极的支持和鼓励。各协作单位领导的支持,各分题负责人和本课题组领导小组成员王英华、李尚武、夏元龙、刘焕杰、刘泽均等人的同心合作,以及各单位全体参加工作的同志和同学们的辛勤劳动,是我们完成任务的保证。各生产单位的热情支持,亦有力地促进了我们的工作。特此鸣谢。

参 考 文 献

- [1] 赵金科、陈楚震、梁希洛, 1962, 中国的三叠系, 全国地层会议学术报告汇编, 科学出版社。
- [2] 汪贵翔, 1984, 安徽海相三叠系。安徽科学技术出版社。
- [3] 冯增昭, 1982, 石灰岩及白云岩; 见: 华东石油学院岩矿教研室主编, 沉积岩石学, 上册, 第十二章及第十三章, 石油工业出版社。
- [4] 冯增昭, 1982, 石油学报, 第1期, 11—18页。
- [5] 刘鸿允, 1955, 中国古地理图, 科学出版社。
- [6] 中国科学院地质研究所, 1959, 中国大地构造纲要。科学出版社。
- [7] 李耀西等, 1975年, 大巴山西段早古生代地层志, 地质出版社。
- [8] 叶德胜、周棣康、邹志福, 1983, 沉积学报, 第2期, 83—95页。
- [9] 关士聪等, 1984, 中国海陆变迁海域沉积相与油气, 科学出版社。
- [10] 王鸿祯等, 1985, 中国古地理图集, 地图出版社。
- [11] 冯增昭, 1977, 华东石油学院学报, 第3期, 57—79页。
- [12] 冯增昭, 1979, 地质科学, 第4期, 302—312页。
- [13] 冯增昭等, 1983, 地质论评, 29卷1期, 17—24页。
- [14] 冯增昭, 1986, 沉积学报, 4卷4期, 28—40页。

STUDING AND MAPPING LITHOFACIES PALEOGEOGRAPHY OF QINGLONG GROUP OF LOWER-MIDDLE TRIASSIC IN THE LOWER YANGTZE VALLEY

Feng Zengzhao Wu Shenghe

(Beijing Graduate School of East China Petroleum Institute)

Abstract

The working area deals with five provinces, i. e. Jiangsu, Zhejiang, Anhui, Jiangxi and Hubei. It is mainly in the lower Yangtze Valley and also includes a part of the middle Yangtze Valley.

Qinglong Group of lower-middle Triassic is widely distributed in the area and especially well outcropped along the Yangtze River. The greatest thickness of Qinglong Group is more than 1260 meters and there exist various sedimentary rocks and a well potential of oil and gas.

Qinglong Group can be divided into four formations. They are Yinkeng Formation, Helongshan Formation, Biandanshan Formation and Dongmaanshan Formation ascendently. The first three formation belong to lower Triassic and the last one to Middle Triassic.

There are three kinds of different rocks in the Qinglong group, i. e. carbonate rocks, clastic rocks and evaporites. Carbonate rocks including limestone and dolostone are most widely distributed in the area. The limestone can be divided into the following types: shallow-water grainstone, stromatolitic limestone, gravity flow limestone, tempestites, (in situ) microcrystalline limestone, nodule limestone and "worm" limestone. The dolostone can be classified into penecontemporaneous and postpenecontemporaneous dolostone.

This paper using "the single factor analysis and comprehensive mapping method" which was initiated by the author. "The single factor" is that it can independently reflect some respects of sedimentary environments such as lithological, paleontological of other characteristics.

This method includes three steps. Firstly, a thorough lithological study for every section especially basic section should be made in order to obtain various firsthand, complete, reliable qualitative and quantitative data, especially the latter. Secondly, the single factors should be selected from the quantitative data, then the content (%) of various single factors of each mapping unit can be obtained, and the fundamental single factor maps (mainly isoline maps) of each mapping unit can be drawn. These fundamental single factor maps can quantitatively reflect characteristics of sedimentary environments from different respects. This is "the single factor analysis". Thirdly, on the basis of these fundamental single factor maps of every mapping unit, combined with other quantitative and qualitative information and other regional geological information, discarding the dross and selecting the essential, through comprehensive analysis and judgement, the lithofacies paleogeographic map of the mapping unit in the area can be worked out. This is "comprehensive mapping".

In this paper, the following single factors were selected: thickness, shallow-water grains content, penecontemporaneous dolostone content, gravity flow sediment content, the sedimentary thickness ratio of deep-water to shallow-water, terrigenous materials content, thickness of dark colour bed and of gypsum rock bed.

In Yinkeng Formation, the five maps of fundamental single factor were drawn. They are the isopach map, the isoline map of the sedimentary thickness ratio of deep water to shallow water, the isoline map of gravity flow sedimentary content (%), the isoline map of shallow-water grain content (%) and the isoline map of terrigenous material content (%). With the comprehension of these fundamental

single factor maps combined with other environmental indicators, through analysis and comprehensive judgement, the lithofacies paleogeographic map in Yinkeng Age of Early Triassic in the lower Yangtze Valley was worked out.

With the same method, we had drawn the lithofacies paleogeographic maps of Helongshan Age, Biandanshan Age and Dongmaanshan Age.

In Yinkeng Age, the lower Yangtze Sea had such a Paleogeographic feature characterized by "four division" as shallow-water clastic rock platform, shallow-water carbonate rock platform, deep-water slope and deep-water basin from south to north. The shallow-water clastic rock platform was mainly composed of mudstone, shale and siltstone which was the marginal facies zone of "Cathay Old Land" in the south of the working area. In the shallow-water carbonate rock platform, it can be subdivided into penebank, embryo-bank and open platform sea. The deep-water slope was characterized by gravity flow sediments and lack of shallow-water grains. The deep-water basin was situated in the north part of the area, absent of both shallow-water grains and gravity flow sediments, mainly composed of dark color mudstone and shale and interlayered with a few nodule limestone and muddy limestone. It was rich in organisms which were large, smooth, thin-crust ammonites and thin crust paleocypoda fossils. At Yinkeng Age, North-China Platform was an old land. Possibly, this old land was not adjacent to the lower Yangtze Valley but far it.

The previously so-called "Jiangnan Old Land" was not an old land but a part of shallow-water carbonate rock platform where various banks were developed.

The paleogeography of Helongshan Age roughly kept the characters of "four division", but the eastern shallow-water environment expanded a little, the deep-water environment shrunk, and the western deep-water slope became carbonate rock platform. In Biandanshan Age, the characteristics of "four division" of paleogeography were not clear, the range of shallow-water sedimentary area where banks were flourishing extended continuously, and the range of deep-water sedimentary area narrowed continuously. At the last stage of Biandanshan Age, the entire region became a shallow-water sedimentary area characterized by bank, inter-bank sea and restricted sea. In Dongmaanshan Age, the whole lower Yangtze Sea became a shallow-water sedimentary area where the movement of water was restricted, lagoon and restricted sea were developed, and also were the dolo-flat, dolo-lime-flat, pene-bank and embryo-bank.

In brief, from Yinkeng to Dongmaanshan Age, the marine water in the lower Yangtze Valley became shallower and shallower, the shallow-water sedimentary area moved northward continuously, on the other hand, the deep-water sedimentary area retreated northward continuously, so the whole region gradually evolved to an unitary shallow-water sedimentary area. Besides, the salinity and temperature of water became higher and higher, so an obvious regressive sequence was formed. At the end of Dongmaanshan Age, regression occurred in the entire region, therefore the marine sedimentary history of the lower Yangtze Valley essentially ended.