

龙潭群沉积与扬子板块 东段晚古生代构造格局^①

夏邦栋 刘洪磊 方中 吕洪波

(南京大学地球科学系 南京 210008)

提要 苏皖南部二叠纪龙潭群的沉积学研究表明,它是一个向西尖灭的碎块楔;其东侧的物源区是一个近南北向延伸的造山带,广泛产出富含长石与电气石的变粒岩或片麻岩等。建议称这一造山带为东海造山带,龙潭期沉积盆地属于撞击槽,其形成是由于东海造山带向西挤压,使下扬子区地壳发生横向引张的结果。盆内结构不均一,具有北东-南西向伸长的隆坳相间格局。这种隆坳相间的格局在晚泥盆世及早石炭世沉积中已有所反映。因此,龙潭期的构造格局从晚泥盆纪即已萌生,是晚古生代构造格局的典型表现。

关键词 龙潭群 磨拉石 造山带 撞击槽

第一作者简介 夏邦栋 男 58岁 教授 沉积-大地构造

引 言

扬子板块是大约 800Ma 前奠定的古板块,呈东西向横垣于我国南部,它东窄西宽,状如葫芦。苏皖南部地区位于这一葫芦的柄部。国内地质学家运用历史分析方法,并基于槽台理论,传统认为这里是扬子准地台上经过中生代以来多旋回岩浆活动、且结构复杂的地台盖层褶皱带(黄汲清等,1980)。随着板块构造理论的深入,人们又从不同思路来探讨这一地带的古生代大地构造性质。其中突出的是徐克勤等认为下扬子区在晚古生代是一个断裂拗陷带,这里产出丰富的 Fe、Cu 矿床与海底火山及热泉喷出有关(徐克勤等,1980;顾连兴,徐龙勤,1986)。夏邦栋等提出,扬子板块东段在早古生代发育了几个呈北东向展布的裂陷槽,以及在东海近岸海域存在一个近南北向展布的晚加里东期造山带(夏邦栋,1986;夏邦栋,吕洪波,1988,1990)。

本文从剖析苏皖南部地区二叠纪龙潭群的沉积特征入手,论述了该区龙潭期的构造特征,并进而探讨该区晚古生代的构造格局及其演化,为深入评价扬子板块东段古生代构造演化提供新的资料和认识。

一、龙潭群的沉积序列

龙潭群的地质时代跨早二叠世晚期和晚二叠世早期,其地质体包括堰桥组(或银屏组)

^①国家自然科学基金资助项目。

及龙潭组两个连续的地层单位。其主体是一个先向上变粗,其后再向上变细的层序,普遍含多层厚度极不稳定的煤层。兹以巢县银屏山、鬼门关及平顶山剖面加以说明。该处剖面总厚度仅60—70m,共包括7个岩段。1.泥岩段,为具有水平纹层和水平条带的泥质岩,富含海相薄壳化石;2.粉砂岩段,薄层状,具有透镜状及脉状层理;3.砂岩段,自下而上由细砂岩逐渐过渡为中砂岩,厚度不稳定,发育楔状及板状交错层理;4.粉砂岩与泥岩交互段,夹碳质页岩,具有水平及透镜状层理;5.砂岩段,为中—粗砂岩,发育大型板状交错层理,砂岩的顶、底板均起伏不平;6.细砂岩、粉砂岩与泥岩交互段,具有透镜状及脉状层理,夹可采煤层;7.灰岩段,主要为生物碎屑灰岩。上述1—6段可鉴定为一个进积三角洲沉积体。其中,1段为前三角洲沉积;2—3段为三角洲前缘沉积,其中2段为远砂坝相,3段为河口砂坝相;4段为分流间湾相;5—6段为三角洲平原沉积,其中5段为分流河道相,6段为分流间沼泽和湖泊相。7段代表进积滨线沉积。关于龙潭群为三角洲沉积的看法,在苏皖地区工作的同行中认识是相当一致的。

众所周知,下扬子区自早石炭世末至龙潭期前,皆为海相碳酸盐沉积,到龙潭期突然出现进积型三角洲。这表明古地理环境发生了重大变革,是古构造事件的反映。李毓尧等早在六十年前曾提出东吴运动一名,以示龙潭群与下伏地层之间的不整合关系¹。然而,东吴运动的构造实质及其真正的意义何在,这便是本文将要深入讨论的内容。

二、物源方向的判定

正确判定三角洲沉积的物源方向,是讨论构造事件并恢复古构造背景的第一步,也是关键所在。对此,采用了如下方法。

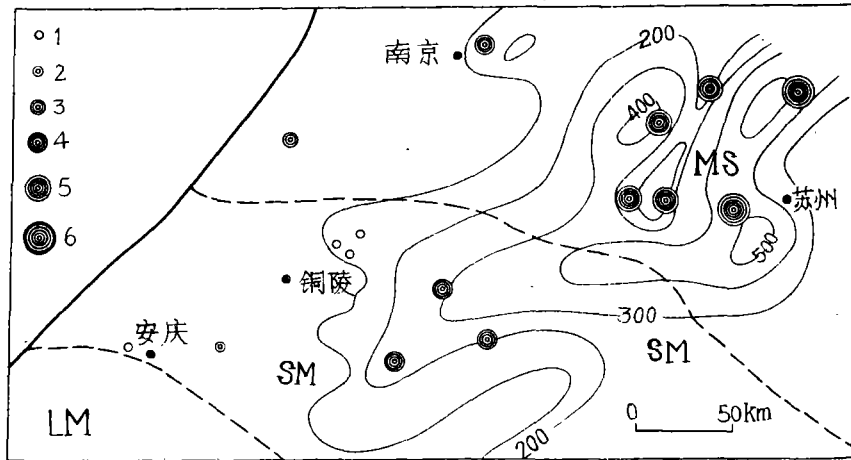
1.古流向测定 龙潭群岩性软弱,露头被广泛覆盖,但仍获得了前积层所指示的少量古流向数据:在靖江孤山为SW;巢县平顶山为320°;巢县鬼门关为315°;南京湖山为315°;宁国小号为225°。上列数据均已经过产状校正,而且是不同层位上多次测量结果的平均值。可以看出,在极为广大范围内古流向都变化在SW—NW之间,没有向SE方向的。这一事实说明,古流向总体向西,即三角洲沉积是向西推进的。

2.盆地中岩石组合的空间变化 龙潭群沉积盆地呈NE—SW向展布,其中的岩石组合根据略地可以分为如下三类:A.以砂岩为主的砂—泥岩组合;B.以泥岩为主的泥—砂岩组合;C.以泥岩为主的泥岩、钙质岩与砂岩组合。三种组合均夹煤层或煤线。A组合主要分布在盆地东北部,B组合主要分布在盆地中部,C组合分布在盆地西南部(图1)。岩石组合的空间分布关系,清楚表明碎屑物主要来自盆地的东边,故东北部出现较多的砂质碎屑,西南部则有较丰富的碳酸盐沉积。

3.粗碎屑沉积物的空间分布特点 龙潭群碎屑沉积的粒度总体偏细。但在若干地点出现粗砂岩和细砾岩近源产物。如南京湖山有近10m厚的含砾粗砂岩,局部为细砾岩,砾径3—4mm。砾石成分为脉石英。宜兴柏山和川埠有厚10m以上的粗砂岩,局部为细砾岩,砾径达5—8mm。砾石成分除脉石英及硅质岩外,尚有很多长石碎屑。靖江孤山有多层含砾砂岩。宁国武山煤矿有约10m厚粗砂岩。泾县铜山有约0.5m含砾砂岩。从以上事实看出,粗

¹李毓尧等,1935,宁镇山脉地质志。

碎屑沉积主要分布在盆地东部(南京, 宜兴, 靖江), 少数在南部(泾县, 宁国), 从而指出主要物源区在东边, 南部可能有局部的蚀源区。这与前述关于物源区方向的推断是一致的。还值得注意的是, 只是在东部的粗碎屑中含有较丰富的碎屑长石。这不仅说明东部确是近蚀源区, 而且说明该源区产出有富含长石的母岩。



MS: 泥砂岩组合; SM: 砂泥岩组合; LM: 钙泥岩组合。圆圈数的多少代表砂岩中长石含量之多寡

图1 下扬子地区晚二叠世龙潭组沉积类型、长石含量及沉积厚度分布图

Fig.1 A map showing rock types, sedimentary thickness and plagioclase content in sandstones of Longtan Group

4.沉积厚度的变化 龙潭群沉积厚度最大处位于盆地北东部的滨海县。据钻孔资料, 在该地龙潭群厚达1000m, 其中堰桥组(又称滨海组)厚612.5m, 龙潭组厚387.14m。龙潭群向西南方向迅速减薄。如南京为330m, 其中堰桥组180m, 龙潭组150m。宿松为104m, 其中堰桥组(又称武穴组)75m, 龙潭组(又称吴家坪组)29m(图1)。随着龙潭群总厚度向西减薄, 其中所夹砂岩的厚度亦自东向西减薄。如无锡东山大于600m, 广德为400m, 宁国港口为221m, 宣城小号为185m, 泾县麻岭为100m, 贵池殷坑为50m。

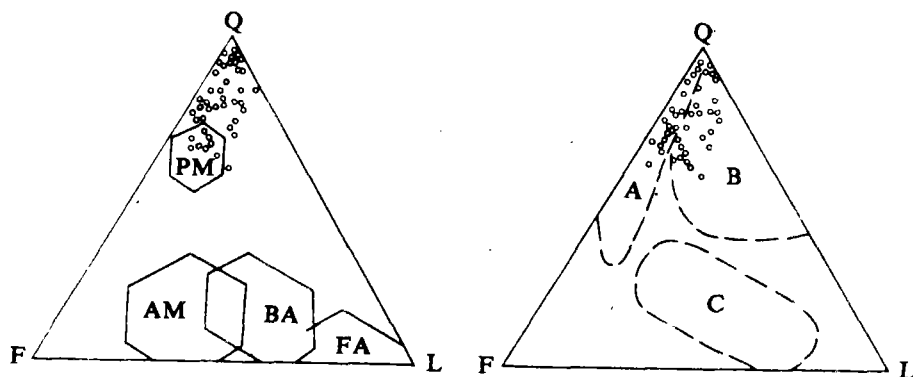
以上各点有力地说明, 龙潭群沉积是一个向西兴灭的碎屑楔, 属远源挤压型磨拉石(夏邦栋, 吕洪波, 1990; 夏邦栋, 1988; 夏邦栋等, 1989)。之所以说它是磨拉石, 是因为它是厚达1000m的典型碎屑楔; 认为它是远源的, 是由于它缺乏大量的粗碎屑物; 认为它是挤压型的根据是, 它具有单向向西的古水体系以及沉积相和厚度变化。这一磨拉石楔的确定, 具有重要的构造意义。它标志着该沉积盆地的东侧有一个走向近于南北, 并正在隆升的造山带, 后者提供了丰富的碎屑物向西搬运从而形成了这一磨拉石楔。

三、砂岩的岩石学

1.砂岩的颗粒组分 砂岩中石英含量一般大于50%, 最高为90%。有单晶石英和复

晶石英2种, 均有波状消光。复晶石英常由5个以上颗粒镶嵌而成, 晶粒大小参差, 反映其变质成因。有的复晶石英颗粒具有形态定向和强烈波状消光, 它们是来自强烈挤压构造带的碎屑物。碎屑长石在砂岩中普遍出现, 但各地含量不同。长石含量最高为20—25%, 平均8%。其中60%以上是斜长石, 以更长石为主; 少数是钾微斜长石和条纹长石。值得注意的是, 砂岩中长石含量最高者分布在东部, 向西逐渐减少(图1)。这一特点佐证了前述关于主要物源区位于盆地东侧的结论。岩屑含量不等, 最高达15—20%。其成分有变质岩、燧石、粉砂岩、泥岩及少量火山岩。变质岩屑中包括片麻岩、片岩、板岩、千枚岩。火山岩的成分为流纹岩。

按 Dickinson *et. al* (1979) 提出砂岩颗粒格架组分的 QFL 图解, 砂岩样品大部分落入再旋回造山带物源区, 少部分落入陆块物源区(图2a)。按 Valloni 等人提出的构造背景判别模式 (Valloni and Maynard, 1981), 所有样品均属于被动陆缘区(图2b)。



a. 据 W.R. Dickinson 等 1979 b. 据 R. Valloni 等 1980

图2 砂岩颗粒格架组分的 QFL 图解

Fig. 2 QFL diagram of sandstone grain framework composition

Dickinson 等人划分的再旋回造山带物源区所代表的构造背景中包含有碰撞造山带。Valloni *et. al.* (1981) 划分的被动陆缘区所代表的构造背景中, 也包括有碰撞型陆缘。按照这两种模式, 龙潭群应是在碰撞造山带的背景下堆积的, 其物源区本身是一个碰撞型造山带。

2. 重矿物特征 采自南京、宜兴、长兴、泾县、宁国、贵池、凡昌等地区8个砂岩大1重砂的鉴定结果表明, 砂砾中电气石含量最高为 820.5g/t, 最低为 118.7g/t, 平均 510.2g/t。其含量超过相应样品中锆石含量(8个样口平均 52.5g/t) 的10倍。电气石皆为具有一定磨圆度的三方柱状晶体, 粒径与砂岩的颗粒格架相一致, 无疑是经过搬运后沉积的。这一特点说明, 物源区被剥蚀母岩不可能是花岗岩, 而是富含电气石与长石的变粒岩或片麻岩。然而, 这种类型变质岩在盆地的南、北、西三侧均不存在。如盆地南侧的“江南古

陆”为板岩、千枚岩等浅变质岩组成^①。盆地北侧是所谓“张八岭”古陆，为缘片岩类岩石组成。西北侧是“大别古陆”^②，虽有片麻岩及变粒岩类岩石，但它们并不富电气石。因而，从这些地区都不足以大量提供此种性质的碎屑物。已如前述，在盆地西边为同期的碳酸盐沉积所展布，故亦不可能是蚀源区。因而，唯一的可能是，该类母岩分布在盆地的东侧，在东侧有一个造山带，且广泛分布着富含电气石、斜长石等矿物的变粒岩或片麻岩，它们是沉积龙潭群的主要蚀源母岩。

四、砂岩的岩石化学

采自不同地区的 17 件砂岩样品的化学分析结果表明：砂岩中 SiO_2 含量高（平均 82.49%）； Al_2O_3 、 TiO_2 、 Fe_2O_3 含量低； $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 。按 Pettijohn (1973) 的化学成分分类，大多数砂岩属于岩屑砂屑岩（图 3）。而岩屑砂屑岩正是来源于造山带的砂岩的典型产物。

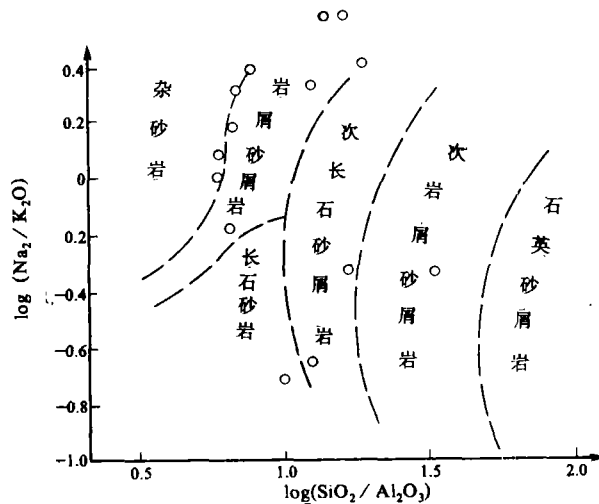


图 3 砂岩的化学成分分类 (据 E. J. Pettijohn, 1973)

Fig.3 Chemical classification of sandstone (from E. J. Pettijohn, 1973)

Crook (1974) 年提出按砂岩中 SiO_2 含量，石英的含量和 $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$ 比值将砂岩沉积的板块构造背景划分为岩浆岛弧型、安底斯型及大西洋型等类。按照这一模式，本区砂岩兼有大西洋型（按 SiO_2 和石英含量）与安底斯型（按 $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$ 值）的性质，说明下扬子区的构造背景并非一般被动陆棚，而兼有安底斯陆缘的活动性（表 1）。

Bhatia (1983) 发展了按砂岩化学组成划分其板块构造背景的方法，提出按

^①在江南古陆上，亦有龙潭群沉积分布，故这里不可能是当时的古陆。

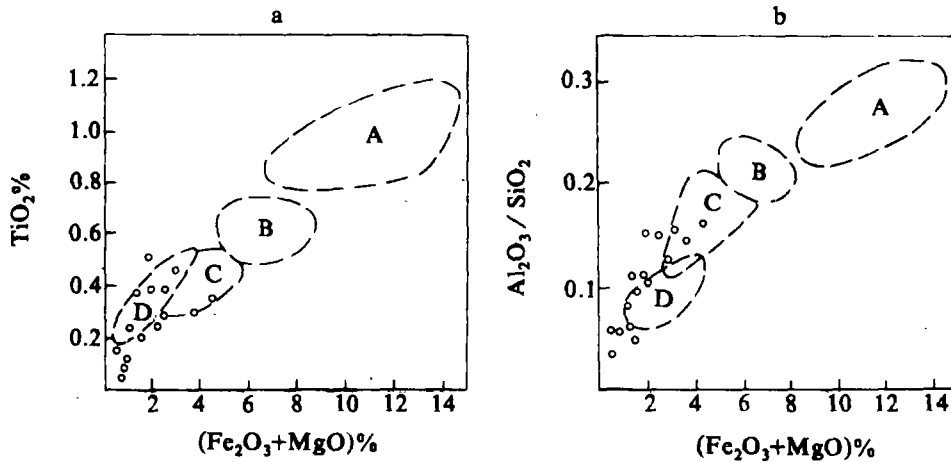
^②有人认为，大别地块出现的时代是中生代。苟如此，它根本就不是当时的古陆。

$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$, TiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})$ 等5种参数综合,将砂岩沉积的板块构造背景划分为:大洋岛弧型、大陆岛弧型、活动陆缘型和被动陆缘型4类。对照 Bhatia 提出的参数,本区砂岩的部分参数符合或近于被动陆缘型;部分参数近于活动陆缘型(表2)。将主要参数在 Bhatia 的判别图上投影,多数样品落入被动陆缘区,少部分样品位于活动边缘区(图4)。

表1 杂砂岩的环境分类(据 Crook, 1974)

Table 1 Tectonic environment classification graywackes (From K. A. W. Crook, 1974)

构造背景	岩浆岛弧型	安第斯型	大西洋型	
	贫石英类	中等石英类	富石英类	本区
石英含量(%)	<15	15-65	>65	>65
SiO_2 含量(%)	58	68-74	89	82.49
$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$	<1	<1	>1	0.76



A.大洋岛弧 B.大陆岛弧 C.活动陆缘 D.被动陆缘

图4 砂岩主要化学参数构造背景判别图(据 M. R. Bhatia, 1983)

Fig. 4 The discriminant diagrams of tectonic setting for sandstones (From M. R. Bhatia, 1983)

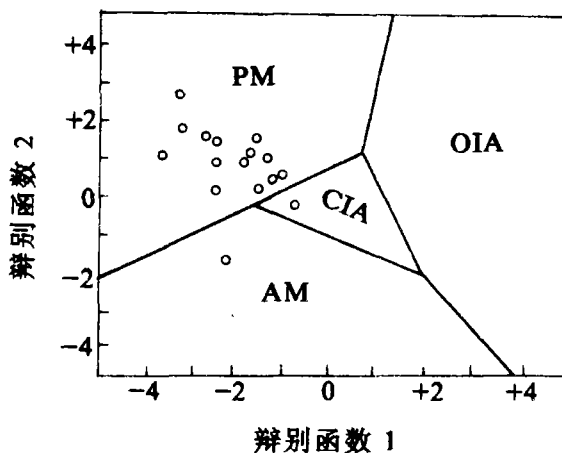
为了从所有常量元素中获取构造背景的信息, Bhatia 作了砂岩中常量元素的判别函数分析,用以区分砂岩的板块构造背景。按照 Bhatia 的计算公式,分别得出本区砂岩样品的判别函数值,并在 Bhatia 提出的判别函数对图上投影,绝大多数样品落入被动陆缘区范围;仅个别样品落入活动陆缘区或大陆岛弧区(图5)。

表 2 各种构造背景下砂岩的平均化学成分(据 Bhatia,1983)

Table 2 The composition of sandstones for the various tectonic frameworks (From M. R. Bhatia, 1983)

构造类型 化学组成 (%)	大洋岛弧型		大陆岛弧型		活动陆缘型		被动陆缘型		下扬子地区	
	\bar{X}	$\pm sd$	\bar{X}	$\pm sd$	\bar{X}	$\pm sd$	\bar{X}	$\pm sd$	\bar{X}	$\pm sd$
SiO ₂	58.83	1.6	70.69	2.6	73.86	4.0	81.95	6.2	82.49	
TiO ₂	1.06	0.2	0.64	0.1	0.46	0.1	0.49	0.2	0.27	
Al ₂ O ₃	17.11	1.7	14.04	1.1	12.89	0.5	8.41	2.2	8.22	
Fe ₂ O ₃	1.95	0.5	1.43	0.5	1.3	0.5	1.32	1.6	1.21	
FeO	5.52	2.1	3.05	0.4	1.58	0.9	1.76	1.2	1.20	
MnO	0.15		0.1		0.1		0.05		0.025	
MgO	3.65	0.7	1.97	0.5	1.23	0.5	1.39	0.8	0.72	
CaO	5.85	1.3	2.68	0.9	2.48	1.0	1.89	2.3	0.76	
Na ₂ O	4.1	0.8	3.12	0.4	2.77	0.7	1.07	0.6	1.47	
K ₂ O	1.6	0.6	1.89	0.5	2.9	0.5	1.71	0.6	1.13	
P ₂ O ₅	0.26	0.1	0.16	0.1	0.09		0.12		0.03	
Fe ₂ O ₃ +MgO	11.75		6.79		4.63		2.89		1.93	
Al ₂ O ₃ /SiO ₂	0.29		0.20		0.18		0.10		0.10	
K ₂ O/Na ₂ O	0.39		0.61		0.99		1.60		0.76	
Al ₂ O ₃ /(CaO+Na ₂ O)	1.72		2.42		2.56		4.15		3.16	

由上述资料可见,按 Bhatia 的判别方法,与按 Crook 的划分方案对下扬子区二叠系龙潭煤系中砂岩沉积的区域构造背景所作的判别结果是一致的。须要说明的是,在 Bhatia 列为被动陆缘的类型中包括了不活动或休止的聚敛边缘。本区砂岩大部分样品落入这一区域,正好与前文讨论到的盆地东侧存在着碰撞造山带的论断是相互映证的。不过,这一造山带属于已“休止”的聚敛边缘,而不是正在活动的聚敛边缘。此外, Bhatia 划分的活动陆缘是指沉积盆地与很厚的陆壳带相邻,沉积物来自较老的褶皱带。本区砂岩显示的这一特点,就进一步说明该造山带的性质是“古”褶皱带,而非新生的褶皱带。认识这一点,对于全面分析本区古生代构造格局的演化很有意义。



OIA: 大洋岛弧; CIA: 大陆岛弧; AM: 活动陆缘; PM: 被动陆缘

图5 砂岩构造背景的化学成分判别函数对图(据 M. R. Bhatia, 1983)

Fig. 5 The discriminant function diagram of tectonic setting for sandstones

(From M. R. Bhatia, 1983)

五、盆内结构的不均一性

龙潭群沿 NW-SE 方向也有明显的沉积分导现象, 显示了盆内结构的不均一性。图 6 是沿着 NW-SE 方向的一系列厚度柱状图, 反映出盆地内部是 NE-SW 向的隆拗相间。在本区曾工作过的一些单位也都提出过龙潭期有隆拗相间格局存在^[1]。

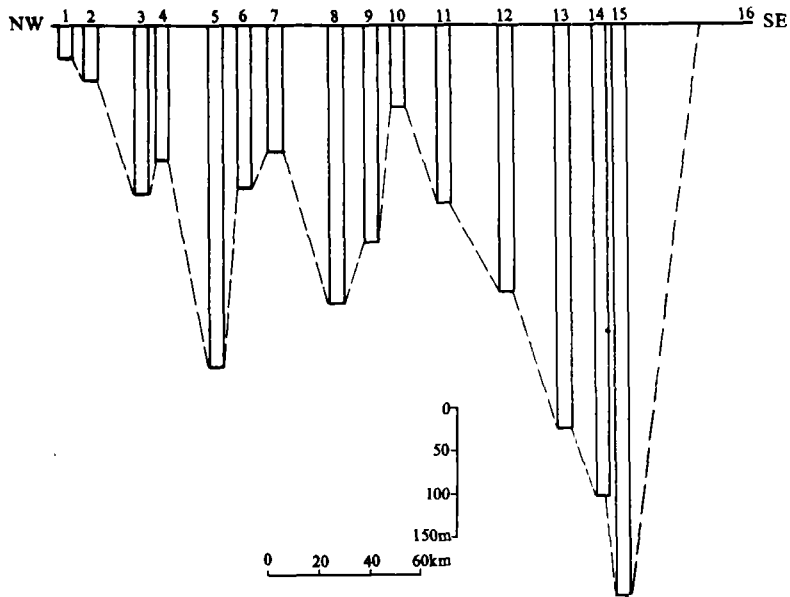
笔者选取全区 18 个地点的柱状剖面, 以各剖面中包含的岩石类型及其交替顺序等数据试作马尔科夫链模拟。环流分解矩阵结果表明, 不同地点剖面的次一级沉积旋回具有不同特征, 表现为: 1 向上变细型; 2 向上变粗型; 3 对称型和 4 对称兼其他型^[2]。在次一级沉积旋回性质的差别, 显然是盆内结构不均一性的反映, 其中 1 和 2 分别与隆起带和拗陷带相对应; 而 3 和 4 主要见于隆拗过渡带。

可以认为, 上述隆拗格局是受断裂控制的, 因为本区已知有呈北东向展布的若干同沉积断裂分布。此外, 在南京、镇江、宜兴、长兴等地的龙潭组中均发现了同期的玄武岩。在巢县、泾县、南京、宜兴等地的早二叠世孤峰组中, 均发现了多层火山碎屑岩夹层(有关二叠纪火山岩的详细情况, 将另文介绍)。相关地层中火山岩的存在, 亦显示了同沉积断裂的存在。因此, 盆地内部隆拗格局的形成, 是由于地壳沿断裂发生引张, 以及地壳中不同块段沿

[1] 江苏省煤田地质勘探公司等, 1982; 淮南煤炭学院等, 1980; 浙江省煤田地质勘探公司, 1982; 安徽石油勘探公司地质研究所, 1986

[2] 向上变细型, 指各旋回粒度由下回上变细, 向上变粗型, 指各旋回粒度由上回下变粗, 对称型, 系指各旋回粒度由下回上先变细再变粗。前两种旋回的旋回界面为突变关系; 第三种旋回的旋回界面为渐少关系

断裂发生差异性升降的结果。



1.巢县平顶山; 2.无为牡丹山; 3.南京龙潭; 4.九华山; 5.句容; 6.镇江伏牛山; 7.茅山; 8.金坛土山; 9.溧阳上黄;
10.溧阳社渚; 11.宜兴红塔; 12.宜兴白泥场; 13.苏州西山; 14.苏州渡村; 15.苏州东山; 16.嘉兴市

图6 苏皖南部龙潭群沉积厚度柱状图

Fig. 6 The thickness section series of Longtan Group in southern Jiangsu and Anhui Provinces

六、撞击槽——龙潭群沉积盆地的性质

综上所述,龙潭群沉积盆地具有两项基本特征:一是盆地东侧有古造山带或已休止聚敛型边缘作为主要物源区。二是成盆的动力系引张应力;引张方向与该造山带的走向大致平行。并存的这两项特点具有深刻的大地构造意义。Molanar *et al* (1975) 和 Sengor (1976) 曾经指出,大陆的碰撞能引起板内的引张,可导致形成延伸方向与聚敛边缘垂直的裂谷。Burke (1980) 称这种裂谷为撞击槽 (impactogen)。实例如与阿尔卑斯造山带垂直的莱茵地堑和 Pantelleria 裂谷 (Illies, 1981)。又如与喜马拉雅造山带垂直的,我国西藏自治区羊八井-当雄地堑等 (马杏垣, 1985)。依比较大地构造学原则,龙潭群沉积盆地显然具有上述类似的构造背景,亦即是盆地的形成是受东侧碰撞造山带向西挤压应力作用,导致板内地壳引张的结果。故盆地的性质属于撞击槽。

七. 龙潭期的构造格局

夏邦栋等 (1990) 曾经提出,在扬子板块东缘的东海近岸海域,存在一个近南北向延伸

的晚加里东期造山带。本文中提出龙潭期的造山带与该晚加里东造山带实为一物，但前者是后者在二叠纪的继承和新生。依据有：

1.两者所在位置都在扬子板块东缘，均依近南-北方向延伸。

2.晚加里东造山带形成于晚奥陶世末期。这时，在下扬子区堆积了以志留系沉积为主体的磨拉石（夏邦栋，吕洪波，1988；1990）。龙潭期造山带存在于二叠纪，同样地在下扬子区堆积了上二叠统沉积为主体的磨拉石。

3.下扬子沉积盆地在志留纪磨拉石形成时，为前陆盆地，系挤压背景下的产物。龙潭期磨拉石形成时的盆地性质已转变为撞击槽，是地壳引张背景下的产物。

前两点说明了本区构造格局中所保持的继承性方面；第三点反映了构造格局中属于新生的方面。新生者乃是继承了前一时期构造格局中的基本因素——造山带的存在——的基础上发展起来的。图7表示下扬子区龙潭期的构造格局。

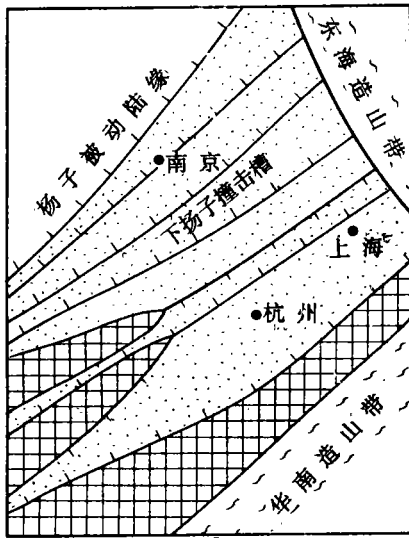


图7 下扬子区龙潭期构造格局

Fig. 7 The tectonic framework in Lower Yangtze area in Longtan Epoch

应该指出，由古造山带挤压而诱导出来的地壳引张现象并非始于二叠纪龙潭期，而是始于晚泥盆世。下扬子区在早中泥盆世经历了剥蚀夷平过程，于晚泥盆世开始，重新接受沉积，同时出现地壳引张现象。其表现为，垂直北东方向存在着4个沉积厚度与沉积特征的分异带，如其中的浙西带，晚泥盆世的碎屑沉积厚度近1000m，其下部为扇砾岩，表明断陷作用十分明显。早石炭世亦出现了类似的沉积分带现象。此外，石炭纪及二叠纪火山岩已多处发现。这都是地壳引张的可靠证据。可见，下扬子区地壳的引张，及其造成的盆内结构的不均一性格局是从晚泥盆世萌生，到龙潭期达到了成熟阶段。这时发生的地壳强烈引张，显然与东部造山带的强烈隆升并向西挤压相关。这也就是东吴运动的构造实质所在。由此可以得出两个十分重要的推论：第一，东部造山带的出现决定了下扬子前陆盆地的形成及其中志留纪磨拉石的堆积；东部造山带的重新活动，又

决定了下扬子晚古生代引张盆地的形成和发展。简而言之，东部造山带的活动对于下扬子区中、晚古生代沉积盆地的形成与演化具有头等重要的意义。由于这一造山带的主体位于东海，笔者建议称之为东海造山带。该造山带目前已被巨厚的中生代沉积和海水所覆盖。第二，龙潭期的构造格局在相当程度上代表了整个晚古生代的构造格局，是晚古生代构造演化达到成熟阶段的表现。

收稿日期：1991年8月24日

参 考 文 献

- (1) 马杏垣, 宿俭, 1985, 中国地质历史过程中的裂陷作用。现代地壳运动研究I, 地震出版社, 5-16页。
- (2) 夏邦栋, 1986, 石油实验地质, 8卷, 1期, 8-21页。
- (3) 夏邦栋, 1988, 科学通报, 9期, 687-689页。
- (4) 夏邦栋, 吕洪波, 1988, 地质学报, 56卷 4期, 301-310页。
- (5) 夏邦栋, 吕洪波, 1990, 沉积学报, 8卷, 2期, 1-9页。
- (6) 夏邦栋, 方中, 吕洪波, 于津海, 1989, 石油实验地质, 11卷, 4期, 314-318页。
- (7) 徐克勤, 朱金初, 任启江, 1980, 论中国东南部几个断裂拗陷带中某些铁铜矿床的成因问题。国际交流地质学术论文集, 3册, 地质出版社。
- (8) 顾连兴, 徐克勤, 1986, 地质学报, 54卷, 2期, 176-188页。
- (9) 黄汲清指导, 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 秦德余, 1980, 中国大地构造及演化, 科学出版社。
- (12) Crook, K. A. W., 1974, Lithogenesis and geotectonics: the significance of compositional variation in flysch arenites. In "Modern and ancient geosynclinal sedimentation" edited by R. H. Dott, Jr. and R. H. Shaver, p.304-310.
- (11) Bhatia, M. R., 1983, J. of Geology, Vol. 91, p. 611-627.
- (10) Burke, K., 1980, Intracontinental rifts and aulacogens. In "Continental Tectonics". p.42-49, National Academy of Science.
- (13) Dickinson, W. R., et al., 1979, AAPG, Bull. 63, p. 2164-2182.
- (14) Illies, J. H., Tectonophysics, Vol. 731, p.249-266.
- (15) Molanar, P., Tapponnier, P., 1975, Science, V. 189, p.419-426
- (16) Pettijohn, E. J., 1973, Sedimentary rocks. 3rd edition.
- (17) Roser, B. P. Korsch, R. J., 1986, J. of Geology, V.94 p.636-650.
- (18) Sengor, A. M. C., 1976, Geology, V.4, p.779-782.
- (19) Valloni, R. Maynard, J. B., 1981, V.28, p.75-83.

Sedimentary Deposits of Longtan Group and Late Palaeozoic Tectonic Framework in the Eastern Yangtze Plate China

Xia Bangdong Liu Honglei Fang Zhong Lu Hongbo

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210008, China)

Abstract

Longtan Group in Early Upper Permian is mainly composed of clastic deposits bearing coals, wide spreaded in Lower Yangtze area, East China and extends in NE-SW direction. Its main sedimentary body showed a clear delta sequence in some geological sections. The ancient current of Longtan Group sandstones flown in NW-SE directions without exception. The thickness of the group in the east part of Yangtze Plate is thicker than that in the west part and the thickest geological section up to 1000m which occurs in the east

part (e.g. in Binhai County, Northern Jiangsu); and it quickly thinned to several tens meters westward. Correspondingly, the thickness of sandstones in Longtan Group thinned from east to west, and the rock associations regularly changed from mudstone-sandstone association in the east part, through sandstone-mudstone association in the middle, to carbonate-mudstone association in the west part. Plagioclase contents of the sandstones are richer in the east than in the west. Doubtlessly, Longtan Group is a clastic wedge that pinched out westward, i.e., a compressed molasse. One of the important characters of the sandstones is the abundance of tourmalines, its average content is about 510.21g/t , and a lot of detritus of metamorphic and magmatic rocks. Longtan Group sandstones can be identified as detrital graywack by their chemical compositions. The grain framework composition and the chemical composition of sandstones indicate that the deposits of Longtan Group were accumulated under a tectonic setting combining Atlantic type rift with a inactive convergence margin according to several author's tectonic termination models such as Dickinson et al., Bhatia, and so on. Evidently, an old orogenic belt must be presented in the eastern source area and extended near S-N directional strike. The present authors would like to suggest that it is called Donghai Orogenic Belt. A series of thickness sections clearly show that, the intra-basin structure of Longtan Group is uneven, there are several NE-SW derictional synsedimentary uplifts and depressions in it, which are alternated with each other in the space and differentiated in sedimentary characteristics and thickness. The framework of uplifts alternating with depressions can be identified by the sedimentary characteristics of Late Devonian and Early Carbonifeous deposits in this area. Thus, the tectonic framework had been sprouted since Late Devonian and developed into the most typical stage during Longtan Epoch, which is considered to be the represent of the tectonic framework of whole Late Palaeozoic in this area. The authors concluded that Longtan Group sedimentary basin is an impactogen that caused by crust extension in the area and was created under the compression condition from Donghai Orogenic Belt.