

# 中国地台区张裂盆地沉积

孙 枢 范德廉 陈海泓 王清晨

(中国科学院地质研究所)

**内容提要** 本文着重讨论中国地台区某些张裂盆地的沉积与演化特征。张裂盆地可分为陆内断陷和裂谷、克拉通边缘裂陷槽和被动大陆边缘。裂谷在发展过程中依次形成玄武岩-红层-蒸发盐组合或玄武岩-红层-煤系组合→深湖相组合→红层组合。中小型断陷的岩石组合类似但多不完整。豫陕裂陷槽的岩石组合为下部硅碎屑岩组合,以钾玄武岩系为主体的火山岩组合,上部硅碎屑岩-碳酸盐组合,以及较深水相泥硅质岩组合。地处被动大陆边缘的扬子地台南部早寒武世海是以波浪作用为主的陆架,其东南边缘的石煤可能是远洋、半远洋沉积。本文还扼要讨论了张裂盆地在控制某些矿产资源的形成与分布方面的一些问题。

**主题词** 断陷 裂谷 边缘裂陷槽 被动边缘 风暴沉积 矿产资源

**第一作者简介** 孙枢 男 54岁 研究员 沉积地质学

盆地分类原则和方案很多,这里讨论的张裂盆地大体上属于同生断陷盆地<sup>[3]</sup>,并考虑到不同深度的断裂控制着不同类型张裂盆地的形成与发展<sup>[12]</sup>。本文着重讨论可能与其它类型盆地有所不同的沉积作用特征,以突出这类盆地的形象,因而避免了对盆地及其沉积的全面描述。此外,也势必要考虑已有沉积学资料的积累程度。下面依次讨论陆内断陷和裂谷、边缘裂陷槽和被动大陆边缘的陆架海盆。

## 一、陆内断陷和裂谷

张裂作用形成的陆内同生盆地,由于控盆断裂深度不同,可以有小型地堑—半地堑盆地,直到规模宏伟的裂谷盆地,这在华北地台区内都可见到。

### 1. 火山岩组合

渤海裂谷系(除下辽河拗陷外)早第三纪玄武岩类似于边缘海盆的拉斑玄武岩,而下辽河拗陷则属于跨式-A型趋势的碱性玄武岩,具有大陆裂谷的特征<sup>[2,15]</sup>。

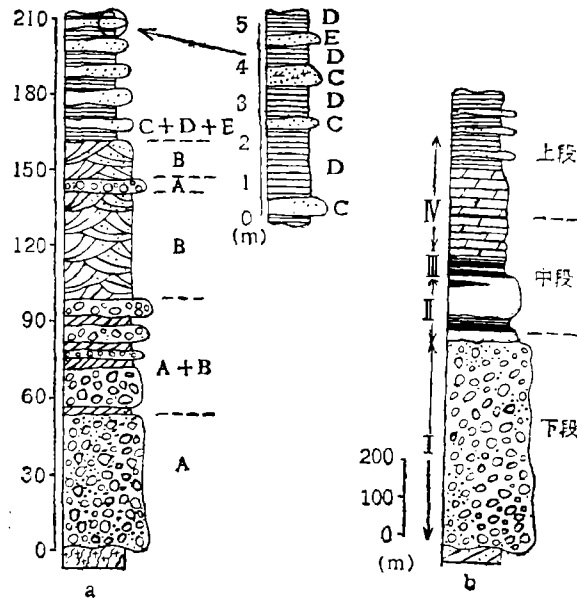
冀北、辽西中生代断陷盆地中火山岩十分发育,但具有碱质和亚碱质火山岩系之间的过渡特征<sup>[1]</sup>,不同于大陆裂谷类型火山岩系。

一些小型盆地,如河南中元古代白马沟地堑和山东黄县早第三纪半地堑,均未发现火山岩。因此,不同类型的断陷有不同的火山岩组合。

### 2. 沉积组合

裂谷盆地发展的阶段性已有很多的讨论，基本模式可概括为裂前上隆、张裂、强烈裂陷和衰亡等前后相继的序列。

裂谷是长宽比很大和不断深陷的线形构造，在其发展初期的张裂背景下，地貌上多表现为一侧或两侧陡峭的长形谷地，沿盆缘断裂常形成厚度很大的冲积扇。在一些小型断陷盆地中，这种现象很清楚，如兵马沟盆地和黄县盆地的基底之上直接覆盖着断陷初期的冲积扇（图 1 a、b）。



A.碎屑流沉积 B.漫流沉积 C.河道交错层砂岩 D.河道间区沉积 E.决口扇递变砂岩 I.冲积扇沉积 I.河流沉积 II.湖沼沉积 N.泻湖沉积

图 1 中元古代兵马沟盆地的冲积扇序列 (a) 和黄县盆地下第三系黄县组剖面 (b)

Fig. 1 Alluvial fan sequence of the middle Proterozoic, Bingmagou Basin (a) and a stratigraphic section of Huangxian Formation, Tertiary, Huangxian Basin (b)

兵马沟冲积扇发育时期，在邻近地区有硅结层和硅铝质风化壳形成，指示干旱-半干旱气候条件<sup>[10]</sup>。冲积扇剖面中见有碎屑流砾岩相，漫流砾岩砂岩相，河道交错层砂岩相；河道间区砂岩粉砂岩相和少量的决口扇递变砂岩相，并由此将冲积扇划分为扇顶、扇中和扇缘三个亚环境。图1a的向上变细序列，是扇顶、扇中和扇缘在垂向上的叠置，表明扇顶的后退或源区的逐渐夷平。在黄县盆地见到有代表泥石流作用的含砾泥岩。

张裂盆地冲积扇的砾石成分自下而上往往有明显的规律性变化，反映盆地外侧源区岩层由新到老的依次剥蚀。如兵马沟盆地西侧冲积扇，下部以火山岩砾石为主，来自中元古界西阳河群；向上石英岩与片麻岩砾石依次增多，分别来自西阳河群下伏的下元古界嵩山群和太古界登封群。郟庐断裂中段古裂谷<sup>[6]</sup>和莱茵裂谷<sup>[27]</sup>也具有类似现象。

在渤海裂谷和鲁西断陷盆地群中,在干旱-半干旱气候条件下,冲积扇前缘发育盐湖或干盐湖,沉积碳酸盐、石膏、岩盐、钙芒硝和钠镁盐以及含钾矿物。近年来逐渐认识到“高山深盆”有利于陆源和深部成盐物质的补给和分异富集,并视为裂谷发展的一定阶段<sup>1)</sup>。

潮湿气候条件下,冲积扇以辫状河流沉积为主,前缘过渡为成煤沼泽,这在黄县和阜新断陷内表现得十分明显。贝加尔裂谷和莱茵裂谷发展的早期就是以煤系沉积为特征的<sup>[27]</sup>。

断陷和裂谷的进一步发展则表现为湖盆的形成。黄县盆地黄县组沉积的中期,湖泊占主导地位。渤海裂谷进入渐新世时大小湖泊星罗棋布,形成厚度很大的湖相细碎屑沉积,湖泊边缘发育三角洲和滨湖砂体,湖内有水下扇和滑塌浊积岩。

断陷和裂谷的湖泊广泛发育阶段,就是其深水阶段。贝加尔和东非裂谷目前仍处于此阶段,那里有闻名世界的深水湖泊。关于地质历史时期的深湖相的概念往往不外浪基面之下的泥质相,而浪基面的深度则与湖泊大小有关,但通常也许不过20—30m之谱。而古代裂谷带内是否都形成类似贝加尔湖和东非湖群那样的“超深湖”,则有待于古代湖泊沉积测深学的发展。

造成滑塌浊积物的浊流是一种高密度流,其发生需要有适当的坡度和一定的触发因素。断陷湖泊较陡峻的湖底地形,以及边缘断裂的活动性,有利于这类高密度流的发生。加拿大马里泰姆地区,泥盆纪、石炭纪时期构造活动很强,形成断块、盆地地形,许多盆地属于裂谷类型,其中南魁北克泥盆系伊斯库米纳克组产出末稍浊积岩<sup>[25]</sup>。在渤海裂谷系内,浊积岩普遍见于辽河拗陷、黄骅拗陷和济阳拗陷,浊积岩与湖相细碎屑岩的规则互层达到了相当的厚度,因而有的称之为复理石。湖相复理石可能是大型断陷,特别是裂谷型盆地的特征。

裂谷系经强烈裂陷之后开始收缩衰亡,堆积洪积冲积相红色粗碎屑岩。对渤海裂谷系收缩衰亡的开始时期还有不同的认识,有的以沙二段和沙一段下部为代表<sup>[15]</sup>,有的认为自东营组开始<sup>2)</sup>;有的以上第三系馆陶组为代表<sup>[14]</sup>。很可能裂谷系各个盆地的收缩在时间上并不一致。

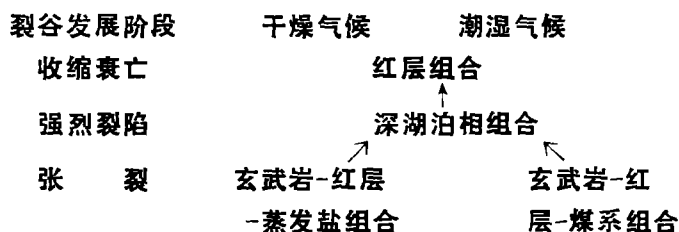
裂谷系的各个盆地相继收缩后进入整体沉降,成为拗陷式盆地。

在认识裂谷的努力中,包括对于大陆裂谷岩石组合特征的探讨,或归结为以含玄武岩夹层的红色建造为特征<sup>[15,21]</sup>;或主张在火山作用微弱的裂谷区以厚度巨大、下细上粗的二元结构剖面为特征<sup>[27]</sup>;或认为具细碎屑岩-火山岩-粗碎屑岩的三元结构特点<sup>[6]</sup>;或将裂谷沉积归入裂陷磨拉石(O·A·马扎洛维奇,1972)<sup>[27]</sup>。

从各地裂谷的情况来看,研究其岩石组合不能不考虑气候因素,因此裂谷岩石组合及其序列可作如下的划分:

1) 袁见齐等,1982,中国地质学会成立六十周年学术报告会论文摘要汇编,34—35页。

2) Wu Chongyun, 1982, Mesozoic and Cenozoic lake deltas and oil-gas distribution in eastern China, Scientific Research Institute for Petroleum Exploration and Development, Beijing, China, p.25



中、小型断陷有与裂谷不同的火山岩组合或不含火山岩,而且发展序列常不完整,结束阶段取决于当地的地质背景。

### 3. 沉积相带的展布格局

裂谷是长宽比很大、两侧陡峻和不断深陷的线形构造,在一定程度上控制着作为地貌单元的沉积环境的空间排布,表现为沉积相或多或少的线状展布格局:

(1) 冲积扇沿断裂边缘平行盆地长轴方向排列,如渤海裂谷系及现代东非裂谷。

(2) 湖盆发育阶段所形成的三角洲也多集中在侧翼,并称之为短轴三角洲(见第8页角注2)或构造三角洲<sup>[13]</sup>。

(3) 在单断盆地或两侧断裂活动性强弱有别的双断盆地中,深拗陷和湖盆多靠近强烈活动断裂一侧,盆地呈现不对称的横断面。

(4) 与冲积扇和三角洲相关联的水下扇和滑塌浊积扇也作类似的线形排布。

(5) 由于裂谷往往表现为一系列相间错列、大致相互平行的地堑、地垒系,因此碎屑物,特别是粗碎屑物,表现为近源和多源的特色,如渤海裂谷系<sup>1)</sup>。

陆内断陷盆地也具有类似的特点,如阜新盆地阜新组的冲积扇沿东侧同沉积期断层联接成冲积扇群,而煤层则位于冲积扇群外缘作平行分布<sup>[19]</sup>。

## 二、边缘裂陷槽<sup>2)</sup>

边缘裂陷槽是废弃的裂谷支,它同前述陆内裂谷的基本区别首先在于:(1)发展历史十分漫长,以数亿年计;(2)位于克拉通边缘,与相邻的地槽带以高角度相交,一端向地槽张口,另一端深深插入克拉通内部;(3)海洋环境在盆地发展历史中占有重要地位。陆内裂谷通常为陆相环境,如东非和贝加尔;近海的可以出现海水环境或海水入侵,如莱茵和渤海湾盆地。现以豫陕中一晚元古代边缘裂陷槽<sup>[7、8、11]</sup>为例,简要说明这类盆地的特征。

### 1. 岩石组合

豫陕边缘裂陷槽位于华北地台南缘,呈北北东至近南北走向,长160km以上,其发展的时限大约介于17亿—9亿年间,岩石组合自下而上为:

(1) 下部硅碎屑岩(siliciclastics)组合 以大古石组为代表,系砾岩、砂岩和页岩组成的红色沉积。

1) 何镜宇、余素玉、黄思骥,1979,全国沉积学和有机地球化学学术会议论文要汇编,119—120页。

2) 俄文原名是Евлакген,英文名是Aulacogen.我国有多种不同的名。

(2)火山岩组合 厚度巨大的熊耳群火山岩系。

(3)上部硅碎屑岩-碳酸盐组合 在汝阳群初期,沿东界断裂的北端,有小沟背红色冲积扇的发育;随后在盆地北部和东部沉积三角洲至浅海相硅碎屑岩组合,顶部夹少量碳酸盐;盆地西南部发育硅碎屑岩-台地相碳酸盐组合。古海域的物理过程以潮汐作用占主导地位,因而硅碎屑岩潮坪沉积广泛发育。根据潮坪沉积序列的厚度推断属于中潮差至大潮差海岸[8、9]。

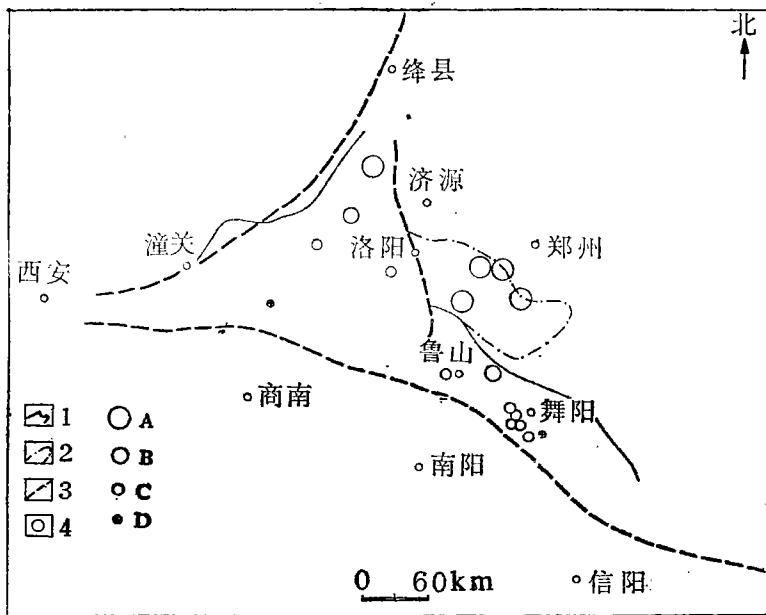
(4)较深水相泥硅质岩组合 上述组合的上部,即洛峪群时期,在盆地西南部发育大庄组黑色碳质板岩、硅岩及炭质白云质灰岩。

边缘裂陷槽在发展阶段上与陆内裂谷有相似之处,通过区域上隆、张裂而最后衰亡。但后期的衰亡阶段同相邻地槽的消亡有密切联系。

2.沉积相带的展布格局

裂陷槽对沉积相带的控制与裂谷也有相似之处,例如沿边界断裂分布有红色冲积扇。但更多的是不同之处。

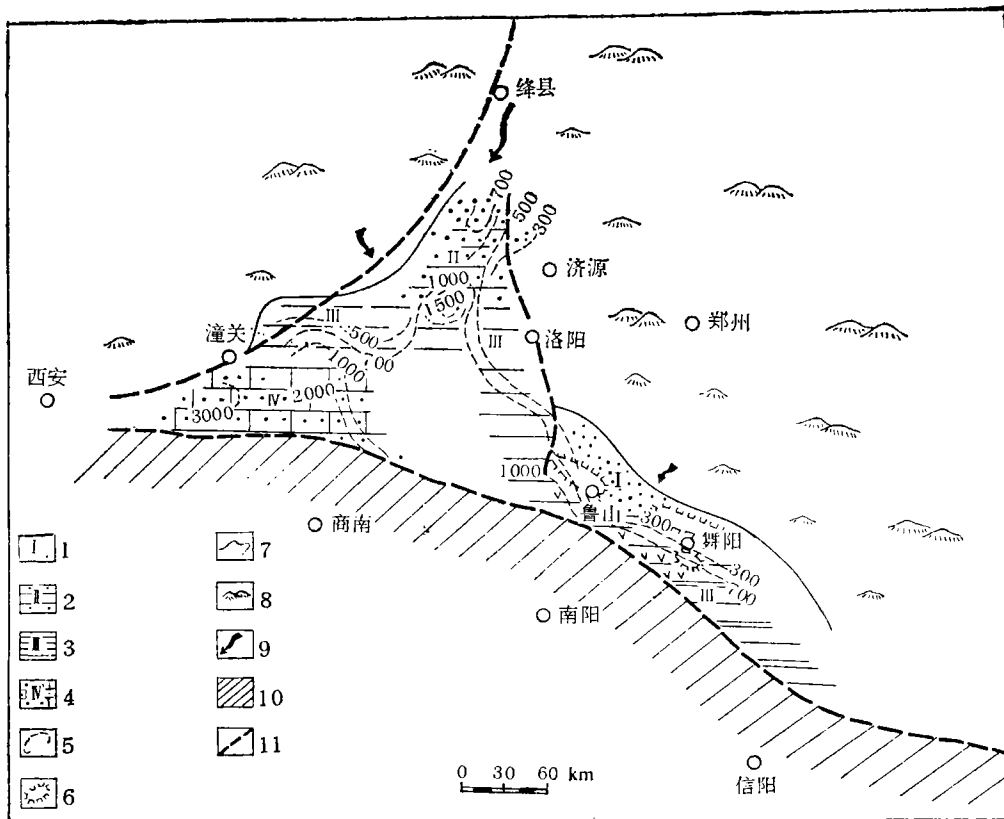
从豫陕裂陷槽来看,汝阳群和洛峪群时期古坡度向海槽方向倾斜(图2),三角洲出现于裂陷槽的端部,各类浅海相的沉积走向则与古坡度方向垂直(图3)。在已知的裂陷槽内,石英岩组合和碳酸盐组合均属于滨海、浅海环境。豫陕裂陷槽以潮汐作用为主的海况与当今狭长海域和部分封闭海域相似,也许是裂陷槽的特征。



1.汝阳群时期海岸线 2.洛峪群时期海岸线 3.断裂 4.最大砾径(cm)  
A > 30 B 15—30 C 10—15 D < 10

图2 汝阳群和五佛山群底部砾岩最大砾径分布

Fig.2 Maximum particle size distribution of basal conglomerates of Ruyang Group and Wufeshan Group



1. 滨海相石英砂岩 2. 三角洲相潮坪相浅海相碎屑岩组合 3. 潮坪相浅海相碎屑岩组合  
 4. 滨海浅海相碎屑岩-台地相碳酸盐组合 5. 等厚线 6. 初期的岛屿 7. 海陆界线  
 8. 低山地貌 9. 地表主要泄水方向 10. 秦岭地槽 11. 断裂

图3 汝阳群及其相当地层的岩相古地理

Fig. 3 Lithofacies and paleogeographic sketch of Ruyang Group and its relevant strata

### 三、被动大陆边缘的陆架海盆

这里涉及的地区是扬子地台南部。大地构造研究对该区同其以东以南接壤地带的构造性质有各种认识（张文佑等，1978；黄汲清、任继舜等，1980；郭令智、施央申等，1980、1982；王鸿祯、刘本培，1980；乔秀夫、耿树方，1981）。从各方面的资料判断，该区在震旦纪和早古生代时属于被动大陆边缘。桂北、湘中及其以东，厚度巨大的长安组、富禄组、江口组及其相当地层成规则的狭带状分布，也许是被动大陆边缘张裂的遗迹。这里着重讨论几个有关的问题。

#### 1. 滇东早寒武世早期的风暴沉积

昆明筇竹寺和晋宁一带的下寒武统筇竹寺组划分为八道湾段和玉案山段。八道湾段以粉砂质白云岩和粉砂岩为主，多发育水平纹层。有些粉砂岩层的下部为水平纹层，上

部具丘状交错层理，表明受到暴风浪的改造。因此八道湾上部的白云岩和粉砂岩以及下部黑色，具水平纹层的粉砂质页岩均系浪基面以下的沉积产物。

玉案山段以20—30m的黑色页岩和粉砂质页岩开始，向上为近百米左右的深灰色页岩，夹粉砂岩，粉砂质白云岩和细砂岩。

页岩通常具有水平纹层，部分由于生物扰动而不显纹层构造。页岩中含有丰富的浅海相三叶虫和古介形类化石。

粉砂岩、粉砂质白云岩和细砂岩具有波浪波痕、水流波痕、微波状纹层、水平纹层、波浪波痕交错纹层、水流波痕交错纹层、槽模、沟模、钵模 (pot cast) 及重荷模等各种沉积构造，有时在一个单层内层理有一定的垂向序列：

(1) 下部水平纹层，向上为水流波痕交错纹层 (图4a)。底面界线分明，并常可见槽模或沟模，顶面常见小型水流波痕。这种内部层理和底面印模与浊积岩相似。水平纹层代表上部水流动态，波痕交错纹层代表下部水流动态，这种构造序列表明形成时的水流强度逐渐减弱。在浅海陆架环境下，这是由于风暴作用而产生的。

(2) 水流波痕交错层理，表明底床形态以水流波痕的形式移动。具有此种内部构造的岩层有的很薄，仅2.5—2cm (图4b)。当层厚较大时 (3—5cm)，底面可见槽模或沟模。这是在风暴引起的水流作用下形成的。

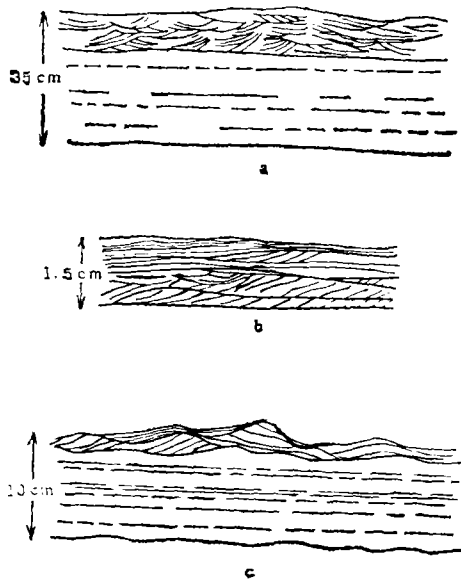


图4 玉案山段粉砂岩和细砂岩的层理构造  
Fig. 4 Bedding structures of siltstone and sandstone in Yuanshan Member

	典型非均质岩相	典型层厚度		
		厚度 (cm)	各典型层厚度	
砂岩力主		12—73	29%	
			71%	
泥质岩力主		0.7—24	54%	
				14%
				32%
页岩		0.5—8	8%	
				21%
				71%
		0	0	

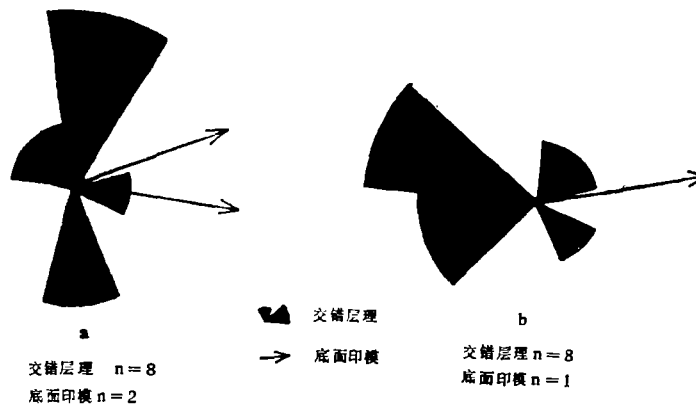
图5 昆明附近玉案山段岩相特征  
Fig. 5 Characteristics of lithofacies of Yuanshan Member, Kunming area

(3) 在一个单层内下部为水平纹层，上部为波浪波痕交错纹层 (图4c)。单层厚度通常为数厘米，可能代表沉积物是从风暴作用形成的悬浮体中沉积的，后期又受到波浪的改造。

(4) 不显纹层构造的砂岩，顶面有时有对称或不对称波痕，底面有时见明显的冲刷现象，造成冲刷沟槽，并含下伏泥岩角砾。

上述情况说明，玉案山段粉砂质白云岩、粉砂岩和细砂岩夹层是风暴作用的产物，每个单层代表一次风暴事件。按非泥质岩所占比例的大小，将玉案山段划分为泥质岩、泥质岩为主、砂岩为主三类岩相（图 5）。泥质岩相，有的无其它碎屑岩夹层，如玉案山段底部黑色页岩，细水平纹层代表为浪基面以下的沉积；有的粉砂岩和粉砂质白云岩夹层在 10% 以下，夹层厚度 0.5—8cm，层理类型有水流波痕交错纹层，水平纹层，以及水平纹层—水流波痕交错纹层，每个单层代表一次风暴事件。泥质岩为主相，深灰色页岩是浪基面以下的沉积物，其中的粉砂岩、粉砂质白云岩和细砂岩夹层超过 10%，层理类型与上述相同，但单层厚度增大，且底面印模发育，底部冲刷现象有时十分明显，因此风暴以及风暴引起的水流强度较泥质岩相的情况增强。砂岩为主相，砂岩厚度显著增大，有的砂层不显纹层，顶面覆以对称波浪波痕；有的具水平纹层，顶部出现波浪波痕纹层，底面有大型槽模。

晋宁附近小歪头山段砂质白云岩和筇竹寺附近玉案山段顶部及沧浪铺组下部的交错层理测量结果，显示双向水流特征（图 6）。这种双向水流可能除波浪和风暴作用外，尚含有潮汐水流的成分。而槽模所代表的流动方向接近弱水流方向。因此强水流可能代表向岸的涌浪方向。



a. 昆阳磷矿渔户村组小歪头山段与筇竹寺组玉案山段

b. 昆明筇竹寺筇竹寺组顶部与沧浪铺组底部

图 6 交错层理测量结果玫瑰花图

Fig. 6 Paleocurrent rose-diagram from cross-beddings

筇竹寺组以水平纹层发育的泥质岩为主，含丰富的动物化石，其沉积环境应是浪基面以下的广海陆架。当时的海况，波浪作用胜过潮汐作用，特别是在气候条件恶劣情况下的风暴作用，将近岸带的石英细砂、粉砂和白云石泥带往陆架地区沉积。图 5 的泥质岩相、泥质岩为主相和砂岩为主相，分别代表能量条件依次增强的末稍风暴沉积，中度风暴沉积和头部风暴沉积。在滇东的澄江、曲靖、沾益等地情况基本相同。四川峨嵋甘洛一带的九老洞组中段也以不规则水平层理及小型浪成砂纹层理为特征<sup>[18]</sup>。川滇一



带在早寒武世时是波浪作用为主的陆架环境，代表一种与大洋直接相通的广海。

## 2. 黔北、川东南一线以东早寒武世沉积的若干特征

与筲竹寺组相当地层在这一带为牛蹄塘组，以深色和黑色页岩为主，向湘中和桂北硅质岩明显增多。秀山附近的牛蹄塘组以浪基面以下的泥质、粉砂质沉积为主，有时可见具水流波痕交错层的细砂岩，到湘中一带已远远超出波浪作用所能及的深度。从铜仁附近的下寒武统浊积岩以及浙西上奥陶统浊积岩的情况来看，所谓“江南古陆”的北缘在早古生代时大体上是陆架坡折或斜坡地带。

在扬子地台东部，下寒武统以及整个下古生界，有石煤广泛分布（图7）。煤岩学和硫、氧、碳稳定同位素的研究表明，这是一种灰分10—40%，发热量4000—6000大卡/公斤的海相藻煤〔20〕、1、2）。下寒武统黑色岩系中也常常有有机质高度富集的情况，如黑色炭质白云质页岩含C<sub>有机</sub>8.76%，黑色条纹状炭泥质硅质岩的为9.24%，黑色钙质硅质岩为7.70%，黑色高炭质硅质岩为18.70%。

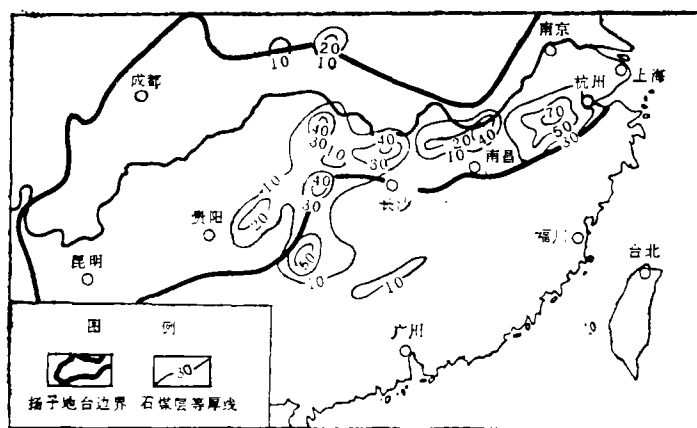


图7 扬子地台及邻区下寒武统石煤等厚线（m）

（等厚线据潘随贤等，1980）

Fig. 7 Isopach of Lower Cambrian stone coal in Yangtze Platform and adjacent regions

林骥（1982）测定的石煤及伴生炭质页岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值分别为-27.11‰和-26.1‰，同海洋浮游生物的可提取脂类的 $\delta^{13}\text{C}$ 值-28‰左右很是接近。因此，这种藻类等低等生物形成的腐泥煤是一种远洋或半远洋沉积，并可参照H.C.Jenkyns(1980)〔24〕的原则，划分为陆架区的远洋或半远洋相，和大陆边缘的远海相，前者指扬子地台内部，后者指扬子地台边缘。

古海洋学研究发现全球性的缺氧事件。从华南的情况来看，早寒武世以及早古生代其它时期的缺氧事件同大洋的缺氧环境有关，而欧洲和北美加里东、海西和阿帕拉契造山带寒武纪、奥陶纪和志留纪远洋或半远洋黑色页岩的广泛分布〔23〕，也许表明早古

1. 朱丽英，1982，中国地质学会成立六十周年学术报告会论文摘要汇编（各专业委员会推荐），32页。

2. 林骥，1982，同上。

生代有全球范围的大洋缺氧事件。

Fisher和Arthus<sup>[22]</sup>提出一种假说，在地质时期中存在长期温暖、高海平面、稳定大洋状况，与短期、寒冷、低海平面、快速循环大洋状况的交替，并主张在温暖、高海平面时期有扩大大洋范围的缺氧层。现在已知有早古生代高海平面<sup>[26]</sup>。湘西中寒武世碳酸盐 $\delta^{18}\text{O}$ 的古温标计算，当时的水介质温度为 $22^{\circ}\text{--}23^{\circ}\text{C}$ ，属于“泛热带”气候区<sup>1)</sup>。因此，这个高海平面时期也正是温暖的大洋时期，导致缺氧事件的发生。值得注意的是，鄂西、湘西、黔东晚震旦世的陡山沱组黑色页岩，含有机质可高达2.07—6.73%，已是典型的无氧环境。顺便指出，扬子地台及其邻接地区的无氧环境沉积，应是重要的生油气层。

### 3. 磷块岩与金属沉积

关于本区磷块岩与多金属元素的富集，已有许多讨论<sup>[4,5,16,17]</sup>，这里仅想简要提及这些沉积在古构造环境方面的意义。现代海底晚第三纪以来的磷块岩主要分布于被动大陆边缘和安第斯型活动大陆边缘。地质时期的磷块岩主要分布于与地槽相邻的陆架区，主要是被动大陆边缘。华南的情况与此类似。

华南下寒武统黑色页岩中有颇具特色的钒矿层和镍钼多元素富集层。镍钼矿石分布于云南、贵州、湘西及浙江等地，金属矿物有二硫镍矿、辉镍矿、针镍矿、辉砷镍矿、硫钼矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、黄铁矿、闪锌矿等。钒矿石分布于湖南、湖北、江西、浙江、云南等地，矿层厚度大，含钒矿物以含钒水云母为主，有时见硫钒铜矿和钒叶啉。多元素富集层中尚含可供综合利用的铂、钯、金、银、硒、铀，而铍、钇、镱的含量也有异常。范德廉（1981）指出，金属元素主要来自热卤水和海底火山喷发。 $\delta^{34}\text{S}$ 值为+6.9—10%，表明硫酸盐还原细菌所产生的 $\text{H}_2\text{S}$ 与金属元素结合而沉淀。A·H·G. Mitchell和H·G·Reading<sup>[25]</sup>也指出，被动大陆边缘陆架区有与热卤水有关的金属富集，显然同这种张裂边缘有关。

## 四、结 论

1. 中国地台区的张裂盆地可以分为陆内断陷和裂谷、克拉通边缘裂陷槽和被动大陆边缘。

2. 陆内断陷和裂谷以陆相沉积为主，近海者有海水侵进。研究裂谷的岩石组合要考虑气候因素。在裂谷发展过程中依次形成玄武岩—红层—蒸发盐组合或玄武岩—红层—煤系组合→深湖相组合→红层组合。中小型断陷的岩石组合类似但多不完整，火山岩类型也有区别。断陷和裂谷特有的构造—地貌形态，在一定程度上控制着沉积相带的走向。

3. 边缘裂陷槽与裂谷的区别在于：发展时间长，与地槽以高角度相联，以及在发展过程中海水环境占重要地位。豫陕裂陷槽发展过程形成的岩石组合依次为下部硅碎屑岩组合，以钾玄岩系为主体的火山岩组合，上部硅碎屑岩—碳酸盐组合，以及较深水相泥

1) 林襄，1982，中国地质学会成立六十周年学术报告会论文摘要汇编，33页。

硅质岩组合。与其它裂陷槽基本相似,但对深水组合应进一步查明。豫陕裂陷槽的构造-地貌形态也对沉积相带的分布有一定的控制作用。以潮汐作用为主的环境状况与现代的类似海域相同。

4. 地处被动大陆边缘的扬子地台南部早寒武世海是以波浪作用为主的陆架,与现代的许多陆架海相似。扬子地台及华南加里东地槽的邻接部分的早古生代石煤可能是远洋、半远洋沉积。震旦纪和早古生代发生过可能同高海平面的温暖大洋有关的缺氧事件。

5. 在张裂盆地控制矿产资源的形成与分布方面,其特色在于第三纪裂谷的浊积岩油藏和潜山油藏,处于被动边缘陆架区的磷块岩和镍铜多金属。大洋缺氧事件所造成的石煤的广泛分布在世界上是罕见的,并应视为重要的生油气层。国外有许多关于边缘裂陷槽中矿产资源的报道,涉及的矿种有前寒武纪同生沉积的层状块状硫化物矿床及层控铀-钒-铜矿床,甚至认为南非产出威特瓦特斯兰德型金-铀-黄铁矿床的地区也与裂陷槽环境有一定的相似性。看来对包括裂陷槽在内的张裂盆地应给予足够的重视。

### 参 考 文 献

- [1] 从柏林、张雯华, 1980, 华北断块区的形成与发展, 科学出版社, 179—191页。
- [2] 从柏林、张儒璆, 1983, 地质论评, 29卷1期, 40—49页
- [3] 叶连俊、孙枢, 1979, 石油学报, 1卷3期, 1—6页。
- [4] 叶连俊、孙枢、陈其英, 1980, 国际交流地质学论文集, 3, 成矿作用与矿床, 地质出版社, 113—120页。
- [5] 卢衍豪, 1979, 中国寒武纪沉积矿产与“生物环境控制论”, 地质出版社, 75页, 11图版。
- [6] 许志琴等, 1982, 中国地质科学院院报, 地质出版社, 17—44页。
- [7] 孙枢、从柏林、李继亮, 1981, 地质科学, 第4期, 314—322页。
- [8] 孙枢、陈志明、王清晨, 1982, 地质科学, 第1期, 5—12页。
- [9] 孙枢等, 1981, 沉积岩石学研究(论文集), 科学出版社, 109—119页。
- [10] 孙枢等, 1981, 同上, 75—87页。
- [11] 孙枢、张国伟、陈志明, 1985, 华北断块区南部前寒武纪地质演化, 冶金工业出版社。
- [12] 张文佑、李荫槐、马福臣、钟嘉猷, 1981, 地质科学, 第1期, 1—11页。
- [13] 陈昌明等, 1982, 中国科学院石油地球科学学术会议论文集, 科学出版社。
- [14] 陈景山, 1983, 华北地台沉积建造, 科学出版社, 129—141页。
- [15] 李继亮、从柏林, 1980, 华北断块区的形成与发展, 科学出版社, 206—220页。
- [16] 范德廉等, 1973, 地球化学, 3期, 143—164页。
- [17] 范德廉等, 1981, 沉积岩石学研究(论文集), 科学出版社, 23—45页。
- [18] 殷继成等, 1980, 四川峨眉-甘孜地区震旦纪地层古生物及沉积环境, 四川人民出版社, 231页 33图版。
- [19] 韩德馨、杨起, 1980, 中国煤田地质学(下册), 煤炭工业出版社。
- [20] 潘随贤等, 1980, 国际交流地质学论文集, 3, 成矿作用与矿床, 地质出版社, 127—138页。
- [21] Condie, K.C., 1976, Plate tectonics and crustal evolution, New York, Pergamon Press Inc.
- [22] Fisher, A.G., and Arthur, M.A., 1977, Soc. Econ. Paleontologist and

Mineralogist Special Publication 25, p.19-50.

- [23] Jenkyns, H.C., 1979, In: Reading, H.G. (ed), *Sedimentary environments and facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.314-372
- [24] Jenkyns, H.C., 1980, *Journal of the Geological Society London*, V.37, part.2, p.177-188
- [25] Reading, H.G., 1979, *Sedimentary environments and facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford
- [26] Sheldon R.P., 1980, In: Sheldon, R.P. and Burnett, W.C.(ed), *Proceedings of the Fertilizer Raw Materials Resources Workshop, August 20-24, 1979, Honolulu, Hawaii.*
- [27] А.Ф. Грачев, 1977, *Рифтовые Зоны Земли Недра*, Ленинград.

## SEDIMENTATION OF EXTENSIONAL BASINS IN PLATFORM REGIONS OF CHINA

Sun Shu Fan Delian Chen Haihong Wang Qingchen

(Institute of Geology, Academia Sinica)

### Abstract

Extensional basins in platform regions of China can be divided into three types: intracontinental faulted basin and rift, aulacogen, and passive continental margin.

Intracontinental faulted basin and rift are predominated by nonmarine deposits, with some exceptions of marine transgression in paralic basins. During the processes of rifting, basalt-red bed-evaporite association or basalt-red bed-coal bearing series association→deep water lacustrine association→red bed association could be formed successively. Rock associations in medium to small faulted basins are similar but mostly incomplete, also with differences in volcanic rock types. The strike of depositional facies belt is controlled to some extent by characteristic tectonic-morphologic configuration of faulted basin and rift.

Differences of aulacogen from rift lies in: long period of development, connected with geosyncline at a high angle and marine environment dominated in whole evolution. In the Henan-Shaanxi Aulacogen, rock associations formed during the processes of basin development are in the sequence of lower siliciclastics association, volcanic rock (dominated by potassic basalt) association, upper siliciclastics-carbonate association, as well as relatively deep water facies mud silicalite, which is basically similar to other aulacogens. Deep water association should be further investigated, however. Distribution of sedimentary facies belt is also controlled to a certain extent by tectonic-morphologic configuration. Tidal

dominated environment is quite similar to modern analogues

The early Cambrian sea in the southern part of Yangtze Platform where once was a passive margin was a wave-dominated shelf environment, with little differences to modern analogues. Early Paleozoic stone coals developed in the southeastern margin of the Yangtze Platform and its adjacent area probably are pelagic and hemipelagic deposits. The anoxic event related to a warm ocean with high sea level possibly occurred during the Sinian and early Paleozoic.

The formation and distribution of some mineral resources are also controlled by extensional basins, such as turbidite and burial hill oil reservoirs in the Tertiary rift, phosphorite and nickel-molybdenum polymetal ore deposits in shelf region of the passive continental margin. It is rare in the world that anoxic event of oceans had made stone coal widely distributed, stone coal should be considered as an important hydrocarbon source rock. Many reports have shown that some mineral resources are closely related to aulacogen, such as Precambrian syndepositional layered and massive sulfide deposits and uranium-vanadium-copper stratabound deposits, even the Witwaterstrand type gold-uranium pyrite ore deposits in South Africa. Therefore, it is necessary to treat extensional basins including aulacogen with a due concern.