

中国科学院
南京地理与湖泊研究所集刊

MEMOIRS OF NANJING INSTITUTE
OF GEOGRAPHY AND LIMNOLOGY
ACADEMIA SINICA

第 5 号

科学出版社

中国科学院 南京地理与湖泊研究所集刊

MEMOIRS OF NANJING INSTITUTE
OF GEOGRAPHY AND LIMNOLOGY
ACADEMIA SINICA

第 5 号

科学出版社

1988

内 容 简 介

本集共收论文15篇。其中有关新疆、云南、江苏等省区湖泊研究方面的学术文章8篇,分别论述了湖盆构造、沉积相与矿物、生物资源、滩地利用以及水质污染预测方法等;有关区域经济地理的文章5篇,分别对长江流域、上海经济区和厦门特区的综合开发与环境治理等作了探讨;另外两篇为地图编制和遥感技术应用,介绍了中国农业地图集的内容结构和遥感土地利用制图的新技术。

可供从事地学研究和教学工作者,水利、生物、油田勘探和城市规划方面有关人员参考。

中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊

第5号

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

南京日报印刷厂印刷

南京中山路2号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1988年8月第一版 开本:787×1092 1/16

1988年8月第一次印刷 印张:11 1/4 插页:2

印数:0001—1500 字数:248,000

ISBN 7-03-000499-X/TP·90

定价:4.70元

目 录

裂谷盆地构造沉积演化与油气·····	王苏民等 (1)
断陷湖泊的矿物学标志和沉积相带分异·····	王云飞 张秀珠 (13)
东濮凹陷下第三系沙河街组中部 (S_3) 蒸发岩沉积环境·····	李建仁 王苏民 (25)
运西湖泊滩地资源特征及其开发研究·····	马武华 邓家璜 (37)
澄湖浮游甲壳类周年变化特点及其与理化因子的相互关系·····	陈伟民 郭晓鸣 (50)
新疆乌伦古湖的浮游生物·····	陈伟民等 (59)
泸沽湖的浮游藻类·····	周万平等 (70)
三峡工程对长江宜昌段径流量及水质的影响预测·····	何国瑜等 (82)
长江流域开发的整体性、阶段性与类型性·····	沈道齐 (93)
上海经济区国土开发与整治·····	虞孝感等 (103)
厦门市区域发展布局·····	姚士谋等 (117)
靖江县对外经济和社会的地域联系·····	张福保 (131)
中国农业地图集内容结构特点·····	周世颐 (140)
遥感土地利用制图·····	周伯明 (151)
湖泊水质污染预测方法·····	舒金华 顾丁锡 (157)

CONTENTS

The Relationship Between Tectonic-Sedimentary Evolution and Oil-Gas Accumulation in Rift Basins.....	<i>Wang Sumin et al.</i> (12)
Mineralogical Indicators of Faulted Lakes and Their Differen- tiation in Sedimentary Facies.....	<i>Wang Yunfei et al.</i> (22)
Studies on the Sedimentary Environments of the Evaporites(ES_3^3) in the Dongpu Rift Basin, Henan Province, East China	<i>Li Jianren et al.</i> (36)
Study of Beach Resources of Yunxi Lake District	<i>Ma Wuhua et al.</i> (49)
The Characteristics of Annual Change of Zooplanktonic Crus- tacea and the Relationship Between the Abundance of Zoop- lanktonic Crustacea and Physi-Chemical Factors in Chenghu Lake.....	<i>Chen Weimin et al.</i> (58)
Study on Plankton of Wulunguhu Lake in Uygur Autonomous Region of Xinjiang.....	<i>Chen Weimin et al.</i> (69)
Study of Plankton Algae in Lugu Lake.....	<i>Zhou Wanping et al.</i> (81)
The Influence of Damming in Sanxia on Hydrology and Water Quality in the Changjiang River, Yichang Section	<i>He Guoyu et al.</i> (92)
The Exploitation of the Changjiang Valley in Terms of Entire- ty, Periodicity and Typicality.....	<i>Shen Daoqi</i> (101)
On Problems of Land Exploitation and Administration in the Shanghai Economic Zone.....	<i>Yu Xiaogan et al.</i> (116)
On Study of Regional Development and Distribution in Xiamen City.....	<i>Yao Shimou et al.</i> (129)
Preliminary Analysis of External Spatial Interaction of Jing- jiang County's Socio-Economy.....	<i>Zhang Fubao</i> (139)
The Texture of the Chinese Agriculture Atlas.....	<i>Zhou Shiyi</i> (150)
On Remote Sensing Applied to Land Use Mapping.....	<i>Zhou Bomin</i> (156)
Study on the Prediction Method of Lake Water Quality	<i>Shu Jinhua et al.</i> (168)

裂谷盆地构造沉积演化与油气

王苏民 郑长苏 吴瑞金 冯 敏

关于裂谷盆地的形成机理、构造特点、沉积演化规律,以及它们与油气、煤、金属矿物等资源的关系,是当前地球科学家瞩目的主要课题。1981年在美国召开了“大陆裂开过程”的国际专题讨论会,力图从软流圈对流和应力场角度讨论大陆主动裂开和被动裂开的机制和过程。1984年在伦敦以非洲裂谷为主体专门讨论了裂谷系盆地的沉积作用。1985年在我国成都也举行了国际裂谷学术讨论会。

迄今为止,对裂谷的演化尚未建立成熟的理论,目前仅限于通过实例研究来探索其规律性。裂谷是地壳略微变薄的伸展区,地幔的密度比正常情况要低些。其最突出的形态是狭长形,通常是阶状地堑或者是垒堑相间的复式地堑。它具有很深的正断裂和隆升的边缘、磁性的负异常、高的地震频率和热流值以及频繁的火山活动等特点。根据构成裂谷的地壳特点,可以把裂谷分为大洋裂谷、大陆裂谷和陆间裂谷三类。本文通过对我国东部新生代渤海湾裂谷和云南元江裂谷的剑川一大理段,以及小江裂谷南段的研究,探讨大陆裂谷构造沉积演化的特点以及不同裂谷沉积层序的差异,进而论述不同演化阶段与油气的关系。

一、大陆裂谷的演化阶段

一般认为裂谷的发育大致上可分为三个阶段:地幔上拱的隆升阶段,地壳拉张裂陷的块断阶段和回返收缩的消失阶段。在地层剖面上分别相当于裂谷的基底、裂谷充填沉积和裂谷消失后的披覆沉积,即所谓的下构造层、中构造层和上构造层。裂谷的这种三层结构在辽河裂谷、东濮裂谷、苏北裂谷都很清楚。在地震剖面上,盆地的基底地震反射平整,表现为简单的折、拱、斜构造;盆地的充填沉积表现出复杂的块断活动和断裂体系,均以张性活动为主;裂谷消失的披覆沉积,未经过构造的变动,地震为平层反射(图1)。

我国东部新生代的裂谷系,从板块构造角度看,它们都位于被动的大陆边缘,除苏北裂谷形成时间较早(古新世)外,其他均产生于始新世晚期。其构造方向为NE和NNE。它们往往叠覆在中生代裂谷系之上,有的表现了继承性,例如下辽河裂谷,有的表现出明显的新生性,象华北、苏北等地。中生代断陷盆地的构造方向以近东西向为主体。目前我们对中生代的裂谷系还知之甚少,无疑它将是油气勘探的新领域。

大陆裂开形成裂谷的同时,伴生了不同规模的湖泊体系,而在强烈下陷的裂谷中沉积了巨厚的湖泊沉积,为油气、煤等资源的赋存提供了极佳的条件。我们的目的就是要

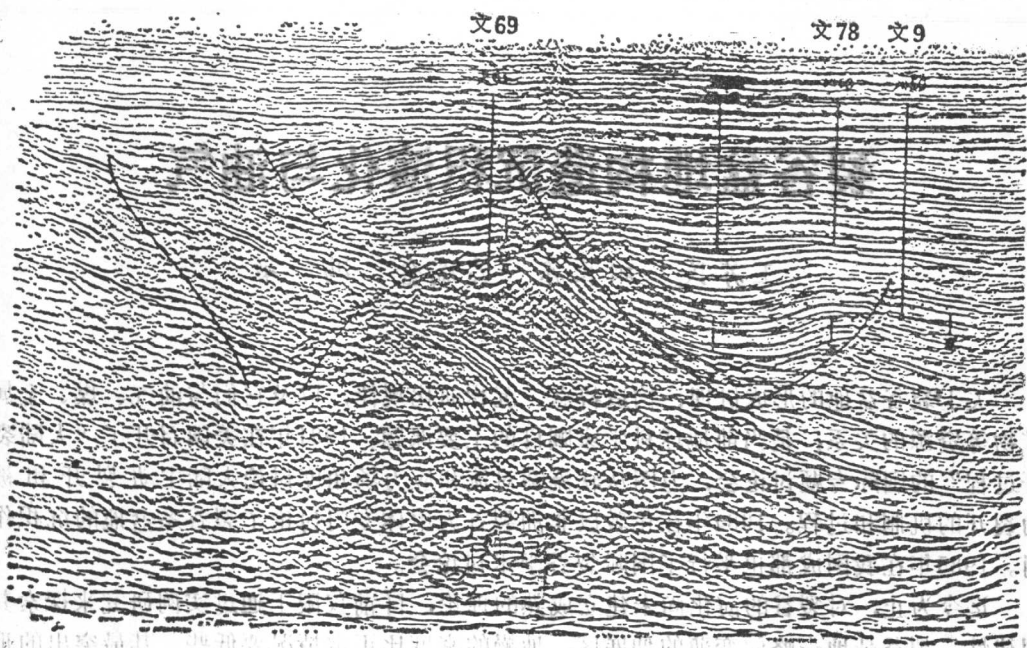


图1 东濮盆地地震剖面(三层结构表明裂谷的三个发育阶段)

研究形成裂谷的过程及其与裂谷湖泊中发生的多种过程的相互作用,其中包括构造、地热、气候、水文、沉积、化学和生物等要素。在宏观上最重要的相互作用,是围绕造成升降和破碎带的断裂过程,它直接控制和影响裂谷的演化阶段和特点。Galloway (1983年)根据美国西部第三纪裂谷湖盆的研究,对盆地的演化作了如下的描述:“在大陆裂开初期,裂谷和伴生的湖泊体系形成,包括湖泊沉积的裂谷充填物,是被动大陆边缘构造-沉积记录的重要部分。该记录典型地表现为:裂开前的基底和不整合,裂谷盆地充填沉积,裂开后的不整合和裂开后的退覆碎屑岩与碳酸盐。裂谷盆地沉积由厚的河流长石砂岩和湖泊蒸发岩组成,还包括深水分层湖的富有机质页岩和泥灰岩。这些页岩的非渗透性特性阻碍了丰富的烃类的迁移,从而构成了油页岩储集,同时由于基底构造活动而产生大范围的圈闭构造,使得烃类也可以堆积在湖泊边缘或深水碎屑岩储层中”(图2)。可见,裂谷充填沉积的顶部和底部均被区域性的不整合分隔开,它们分别是裂谷发育阶段的界限。

联系到我们研究的一些裂谷系的发育情况,裂谷产生与消失普遍存在有区域性的不整合,并与一定的构造运动幕相当。苏北裂谷以泰州组底砾岩为代表的仪征运动,与燕山运动末幕相当;渤海湾裂谷系的形成以孔店组的沉积(下辽河裂谷未见孔店组)为代表,不整合盖在老地层之上,是喜马拉雅运动一幕的产物,喜马拉雅二幕造成的不整合表明两者裂谷的消失和充填沉积的结束。前者以盐城组为披盖沉积,后者以馆陶组为披覆沉积,云南元江-红河裂谷系和小江裂谷系则形成于中新世—上新世,相当于喜马拉雅的二幕。根据沉积旋回的特点判断,至今它们尚未结束,是在发展中的裂谷(见表)。

我国东部裂谷系的形成,究其根源应与太平洋板块与亚洲板块的活动有关。始新世晚期形成如此壮观的渤海湾裂谷系的原因,根据深海钻探的资料发现,太平洋板块的运

动方向在距今4300万年时发生明显的转向——由西北转向北, 这将影响大陆的应力场和构造体系, 在时间上它们也是相当的。

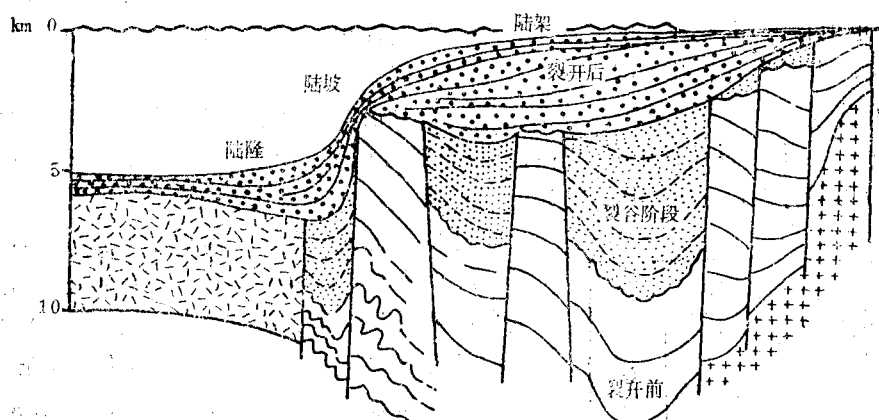


图2 被动大陆边缘综合横剖面图

不同裂谷演化一览表

裂谷名称	裂谷基底	裂开前的不整合	裂谷充填沉积	裂开后的不整合	披覆沉积	备注
下辽河裂谷	以中生界为主的老地层	喜马拉雅-幕沙河街组底部不整合	沙河街组东营组	喜马拉雅二幕馆陶组底部不整合	馆陶组、明平、化镇组、原组	未见中一上始新统孔店组
东濮裂谷	以中生界为主, 少数古生界地层	喜马拉雅-幕孔店组底部不整合	孔店组沙河街组东营组	喜马拉雅二幕馆陶组底部不整合	馆陶组、明平、化镇组、原组	与黄骅和济阳坳陷情况相同
苏北裂谷	以中生界为主, 少数古生界地层	燕山末幕泰州组底部不整合	泰州组、阜宁组、戴南组、三垛组	喜马拉雅三幕盐城组底部不整合	盐城组、东台组	其形成时间早于渤海裂谷系
元江-红河裂谷系	中生界、古生界地层	喜马拉雅二幕双河组底部不整合	中新统上新统第四系			正在发育中的裂谷
小江裂谷系	中生界、古生界地层	喜马拉雅二幕上新统底部不整合	上上新统第四系			正在发育中的裂谷

二、裂谷充填沉积

从裂谷盆地的形成到裂谷消失期间的沉积, 称为裂谷充填沉积。它相当于裂谷的块断活动时期, 也是裂谷演化最复杂的阶段。在不同的裂谷系以及同一裂谷盆地的不同演化阶段, 块断活动的性质、强度和幅度颇大, 可以形成不同的沉积层序和沉积特征。但是裂谷一般具有相似的构造过程, 无论是现代或古代裂谷都具有相似的岩石层序。

1. 裂谷充填沉积的总格局

在裂谷拉张裂开的初期,基本上由一套山麓堆积与河流沉积组成的粗碎屑地层,在氧化环境下沉积物为红色与棕色。表明断裂活动较强,地壳一开始就下沉较快,造成明显的地形高差,为形成粗碎屑充填物提供了条件。这种情况见于渤海湾裂谷系和苏北裂谷系。但是也须指出,有些裂谷的底部充填了一套大面积分布的浅水沼泽、间夹席状洪流的沉积砂层,表明裂谷裂开下沉的速度较缓慢。因为如果盆地地形坡度大,显然不利于沼泽泥炭的发育,而有利于线型水流的发展。这种情况可见于云南小江裂谷带上的昆明盆地(图3)。推测裂谷底部两种不同充填类型的原因,可能与盆地所处的大地构造位置、应力场的特性以及地壳刚性程度有关,从而反映在裂开的性质上。

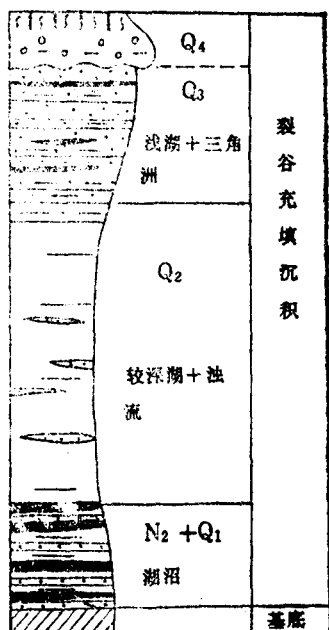


图3 昆明盆地构造沉积旋回示意图

裂谷盆地的深陷期,通常伴生有大而深的裂谷湖,沉积速度不能补偿构造下沉的幅度,盆地呈饥饿半饥饿状态。由于水深较大,或者有暖水注入,使湖泊具有热学分层;若处在较干旱的气候条件下,密度、化学和盐度上都可以是分层的,并形成蒸发岩沉积。永久分层湖泊的底层是处于缺氧的环境中,对厌氧细菌的生长有利,从而产生甲烷和 H_2S 。另外许多高比降河流的入湖,携带了大量沉积物和营养盐,使得产生有机碳的生物量较高,生物的食物链也较长。据统计,裂谷湖的水质pH值较高,31个现代裂谷湖中29个为碱性湖(Robbins, 1982),碱性湖泊有利于有机质的保存。另外深陷时期块断活动强烈,周期性的活动能够造成上升的高地和地垒,或者下陷的地堑和倾斜的块断。一方面它们引起的地形坡度、地震和颤动为沉积物重力流的发育创造了条件,另一方面它们构成了地理的屏障,导致环境的异化和生物的孤立。因此在裂谷湖中往往发现特殊的生物组合,这已引起许多学者的关注。

综上所述,裂谷深陷期沉积了一套富含有机质的暗色细粒沉积,间夹浊流沉积,特别在控制盆地发育的断裂一侧,扇三角洲浊流粗碎屑沉积与湖相泥岩呈指状互间,有时盆地中可以发育较厚的蒸发岩。几乎所有的裂谷沉积中都可以见到这套地层的存在。

在裂谷回返收缩阶段,构造强度变弱,沉积速率超过下沉幅度,湖泊滨岸沉积体系发育,湖盆面积迅速缩小,最终消失,转而以河流沉积占主导地位。总的岩性为红色、绿色泥岩与砂岩互层的河流、三角洲沉积层序,偶尔也夹有少量的蒸发岩。

所以裂谷充填沉积的总格局,从下而上表现出红—黑—红,粗—细—粗,湖泊水深—浅—深—浅的演化过程,代表了一个完整的构造旋回。其中暗色泥岩的中段是油母岩的主要发育时期,它间夹的粗碎屑沉积是良好的储层。裂谷充填早期和晚期沉积都是重要的储层,这方面已为大量的石油勘探实例所证实。

2. 裂谷充填沉积次级旋回的划分

前已述及,充填沉积物的顶底均被区域性不整合隔开,但仔细分析充填沉积的地层学

特征,发现由于复杂的块断活动,裂谷充填的过程是比较复杂的,在上述总体格局的背景上还存在着次级旋回,使得裂谷的充填具有多旋回的特点。

关于裂谷发育阶段的划分,以下辽河裂谷研究较早(郑长明,1981),对认识裂谷的沉积特征曾起了推动作用,此后在一些论述东濮裂谷和苏北裂谷的报告中引用了辽河裂谷划分的阶段。他们把裂谷发育分为:张裂期(沙四段)、深陷期(沙三段)、收缩期(沙二段)、扩张期(沙一段)、退缩期(东营组)和消亡期(上第三系)。首先在这一图式中仅包括了裂谷发育的两个阶段,忽略了地幔上拱的基底阶段和隆升过程中造成的不整合现象;再则对裂谷充填过程中,断裂构造对沉积的控制作用及其引起的湖泊扩大和缩小强调不够;最后对演化过程中构造运动的性质以及沉积体系组合的变化注意不够。

实际上在裂谷充填过程中,断裂的周期性的运动是造成多个次级旋回的主要原因。构造运动的方式主要为垂直升降,在沉积记录中它们表现为盆地周边地区的地层不整合或平行不整合,老地层遭受剥蚀,而在盆地的中部为整合的连续沉积。说明这时的构造运动规模较小,未能造成区域性的地层缺失,在古地理环境上表现为湖泊面积缩小变浅,河流、三角洲的沉积趋于发育,沉积物的粒级增粗,沉积岩的颜色变浅、变红。伴随这种构造运动之后,盆地又加速沉陷,湖泊又复扩大,普遍发育一套暗色沉积。在又一次构造沉降减缓后,充填作用又使湖泊再变浅。似乎次级规模的构造运动也具有拉张—裂陷—收缩的过程,在云南小江裂谷带还发现后期有挤压的现象,裂谷充填地层被断折或被挤压成平缓褶皱。这种次级旋回的个数在不同裂谷中的表现是不同的,如渤海湾裂谷系普遍表现为二个次级旋回,旋回的界限位于沙二段的底部或中部(图4)。最近在冀中盆地发现东营组底部也存在一次构造运动,东营组是否单独可以成为一个旋回,需进一步研究。苏北裂谷具有四个次级旋回,泰州组、阜宁组、戴南组和三垛组分别相当一个次级旋回,三河运动、吴堡运动和真武运动将它们分隔开了。在云南小江裂谷带上的昆明盆地,钻孔所揭露的地层只表现出一个次级旋回,是正在发育中的裂谷(图3)。

综观裂谷充填的次级旋回,并非简单的重复,在时空演化上具有明显的规律性。从裂谷充填开始到裂谷消失,次级旋回的特点逐次由断块活动强烈、盆地明显地分割,具多个沉积中心,随断裂活动沉积中心迁移等强烈构造活动的断陷盆地,演变为盆地统一、构造强度变弱、沉积相带宽展规则等拗陷盆地的面貌。

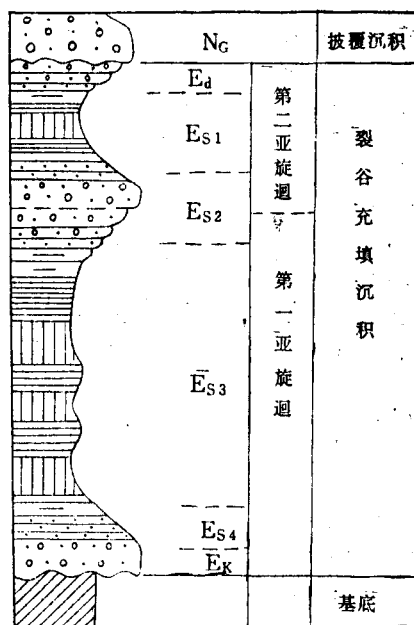


图4 渤海湾裂谷系构造沉积旋回示意

三、裂谷湖泊的沉积模式

裂谷盆地常常赋存较丰富的自然资源,包括有机燃料和金属矿藏。如何从盆地分析的角度,掌握沉积环境的时空演变规律,建立相应的沉积模式,以为勘探服务,已成为裂谷研究的重要内容。沉积体系是盆地分析的基础。所谓盆地的沉积体系,就是指从物源区到深水区,在动力上互相联系、空间上互相组合的不同沉积相构成的有机集合体。它是盆地发育到一定阶段,内外营力共同作用的综合反映。

裂谷盆地内沉积物的分布是较复杂的,但是当我们把不同沉积类型与构造的格架、构造的部位以及沉积旋回联系起来分析时,就不难发现它们的规律性。构造格架与构造活动的性质和型式有关,它们直接表现在盆地的几何形态上(例如地堑盆地、半地堑的箕状盆地、垒堑相间的复式盆地),从而控制了沉积的宏观格局。构造的部位与构造的强度和幅度有着密切的关系,具体的反映在地形坡度上,影响着沉积物的搬运和堆积。构造活动的历史控制着盆地的整体性和次级分隔,影响物源方向的改变和沉积中心的迁移。沉积旋回具有不同规模和级别,最大规模的为构造旋回;中等规模的包括气候变化引起的湖侵和湖退,甚至干涸,可以形成蒸发岩;规模更小的旋回包括大洪水、滑坍、风暴等引起的沉积旋回以及外动力的自机旋回(河流摆动、三角洲物源供给方向的改变等)。上述种种作用最终表现在沉积岩性的变化和平面分布的格局上,形成了各个裂谷盆地不同发育阶段所具有的沉积模式。

(一) 裂谷深陷时期的沉积模式

裂谷盆地的演化常常表现为由单一的(半地堑或地堑)盆地演变为复杂的(垒堑相间)分隔盆地,最后以简单统一的断拗盆地结束。从油气的生、储、盖、圈的角度看,其中以深陷时期伴生的大而深的湖泊最为重要,是生油层和储层同时发育的时期。该时期的湖盆多为封闭盆地,湖水面的波动幅度是相当大的。从整体上看是深湖时期,实际上还存在一些浅水阶段。在较干旱气候条件下可以形成一定规模的蒸发岩,造成蒸发岩与碎屑岩互间的层序。其中以东濮裂谷沙河街组三段的情况最为典型。我们大致可把这一时期的沉积面貌归纳为深水时期的沉积模式和浅水时期的沉积模式。

1. 深水时期的沉积模式

根据盆地不同地段构造运动的不等量和盆地几何形态的不对称性,大致可把裂谷盆地的沉积分为三大体系:盆地横向陡坡体系、横向缓坡体系和纵向体系。陡坡体系均位于控制盆地发育的主断裂附近,以近源、坡陡、流急的小河流为主要特征、冲积扇直接深入湖中,形成扇三角洲和其他重力流沉积,往往构成扇三角洲-浊积扇体系。沉积体的几何形态为厚度很大的棱柱状,相带窄而不完全,阵发性的碎屑流和事件性的洪水沉积明显。盆地缓坡侧地形坡度较小,河流的汇水面积较大,相应地各沉积相带边较宽,常态水流的沉积占主导地位。表现为河流-三角洲的沉积体系。顺着盆地的长轴方向,在盆地的一端或两端,通常是较大河流注入湖泊的位置,发育较大规模的三角洲。值得指出的是,沿着盆地轴部深水区,可以发育浊积体系,其中包括洪水浊积、滑坍浊积和横向搬运转化为轴向搬运的浊积。上述三种体系的组合关系被表示在图5中。渤海湾裂

谷的 S_3 时期,这种沉积格局是很典型的,现代云南裂谷的澄江盆地基本上也是如此,只是缓坡岸的坡度偏大,也发育有扇三角洲。

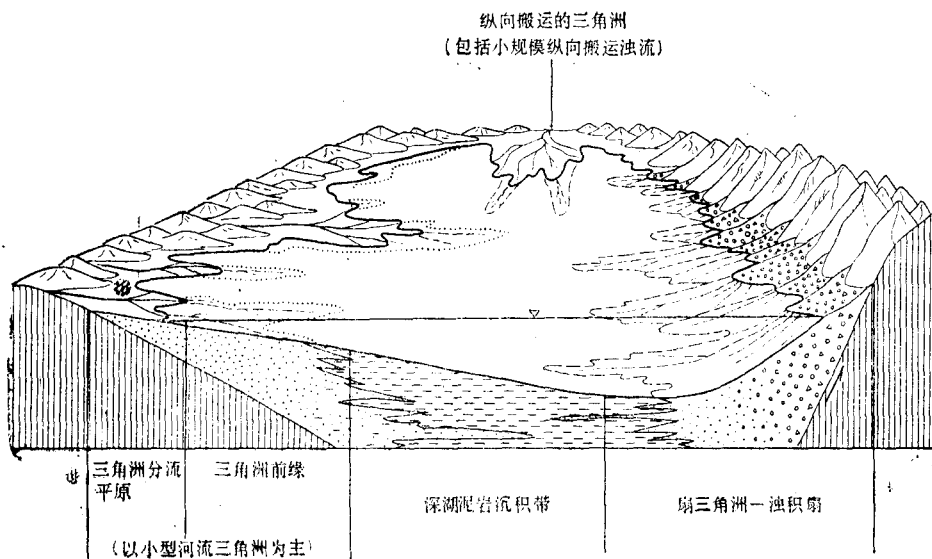


图5 裂谷湖盆深水的沉积模式

2. 浅水时期的模式

在陡坡一岸,湖泊水位下降的影响范围较小,和深水时期相比,表现出明显的继承性。这种继承性包括沉积体系的面貌和沉积体的平面位置。相反在缓坡地带,湖退影响的范围很宽,原先发育三角洲的部位为宽阔的滩地所代替。滩面有水道的发育,并见有大量曝露的标志,相应地纵向搬运沉积的三角洲体系也急剧缩小,甚至也有广泛滩地相的发展。应该指出,对于发展蒸发岩的裂谷盆地来说,该时期是十分有利的。因为块断构造的分割性,造成地理屏障,形成封闭或半封闭的盆地,如果加上气候条件合适,可以形成较大规模的蒸发岩,表现出“泪滴式”的沉积模式。同时在蒸发的外围地区可以见到大陆萨布哈的特征,例如结核状石膏、藻席、石肠构造和白云岩等。图6概括了该时期的沉积轮廓。

(二) 裂谷充填早期和晚期的沉积模式

裂谷充填的早期和晚期在构造活动强度上虽有差别,但早期沉积较粗,山麓洪积较发育。晚期以河流三角洲沉积占优势。它们都有盆地统一、沉积格局大致相近的特点,即使有湖泊存在,湖水也极浅,所以在这里将早期与晚期归并在一起描述。根据我们对不同裂谷的研究,大致可以分出下面几种类型:

1. 裂谷早期浅水沉积模式

裂谷盆地早期由于地壳拉张沉陷,造成较明显的地形高差,在盆地的陡坡侧形成粗大的山麓洪积物,这与前期风化物质供给丰富有关。下规则水流进一步把物质向盆地中心搬运。在缓坡侧沉积有一定规模的河流相砂砾岩,但至盆地中心,因水流逐渐散流、

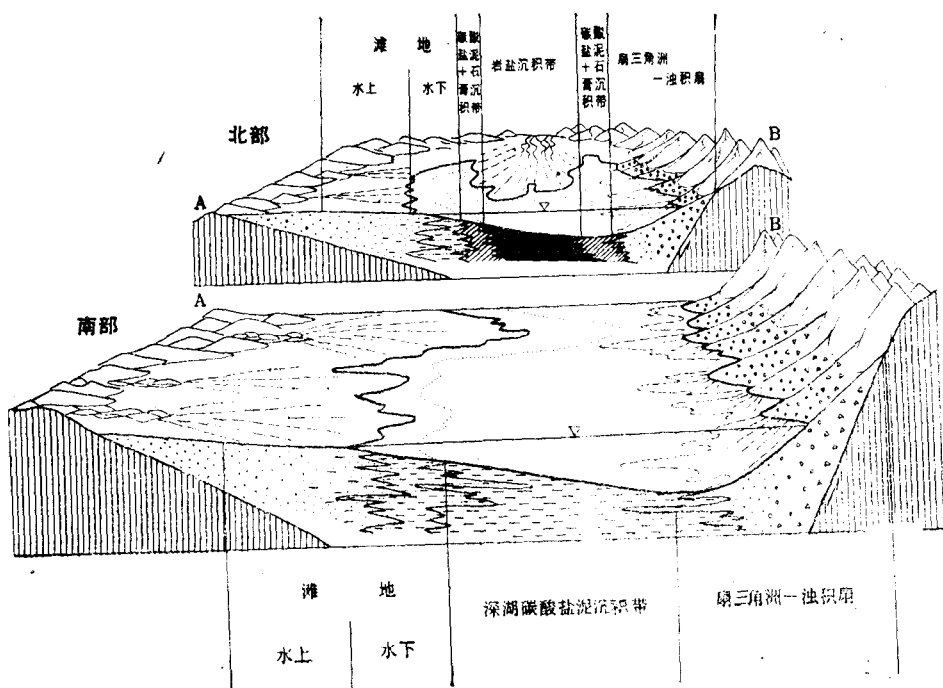


图6 裂谷深陷阶段浅水时期的沉积模式

消失，便形成广阔的泥坪相。如果这时盆地中心有湖，其沉积相亦以红色泥岩为主，间夹少量绿色、灰色泥浆，表现出水位不时波动甚至暴露的特点。盆地中心有时也夹有规模不大的蒸发岩，大多为蒸干型成因，这种情况多见于孔店和沙四段下部（图7）。

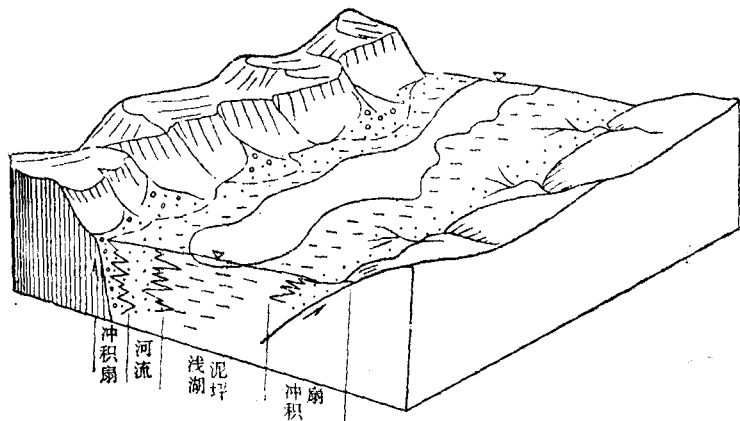


图7 裂谷充填早期浅水沉积模式

2. 裂谷早期浅水沼泽沉积模式

该模式与上述情况形成鲜明的对照。除了盆地边缘的山脚处有少量的粗碎屑堆积外，整个盆地是以数百米厚的褐煤、薄砂层和灰色泥岩的互层层序。它们直接覆盖在基

底的风化壳之上。单层褐煤厚数m，平面分布稳定，甚至盆地中心也存在，其形成环境不同于河间、扇间和三角洲间的局部洼地堆积。薄砂层的沉积特点表明为席状洪流成因，说明大陆裂开和沉陷的速度较慢，与褐煤的沉积速率大致相当。该情况见于现代裂谷的昆明盆地中（图8）。

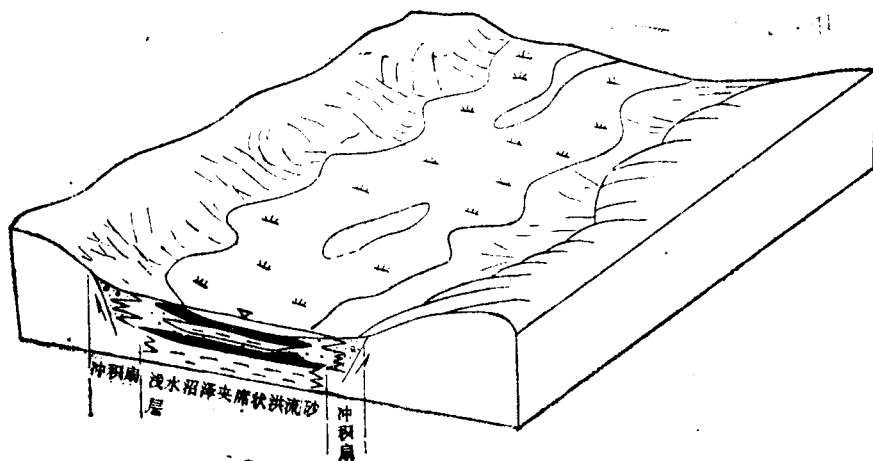


图8 裂谷早期浅水沼泽沉积模式

3. 裂谷盆地充填晚期的沉积模式

随着构造趋于稳定，盆地流域水系的扩大，地形高差的减小，湖泊的淤浅缩小。虽在陡坡岸仍有小规模冲积扇-缓坡型扇三角洲的发育，但扇三角洲砂体尖灭很快，没有产生任何浊流沉积的可能，这与深水时期有所不同。缓坡侧有中等规模的河流发育，三角洲平原相带较宽，三角洲前缘部分伴生有各类滨岸砂体，其中以沙咀、障壁岛砂坝和潟湖体系为特色。在盆地轴向的两端往往河流规模较大，河流泛滥平原相带出现，入湖处堆积复合的三角洲沉积体，三角洲间湾或湖湾趋于沼泽化，上述环境组合可以昆明现代滇池为实例（图9）。在这一模式的基础上，湖盆进一步充填，湖泊渐趋消亡，整个

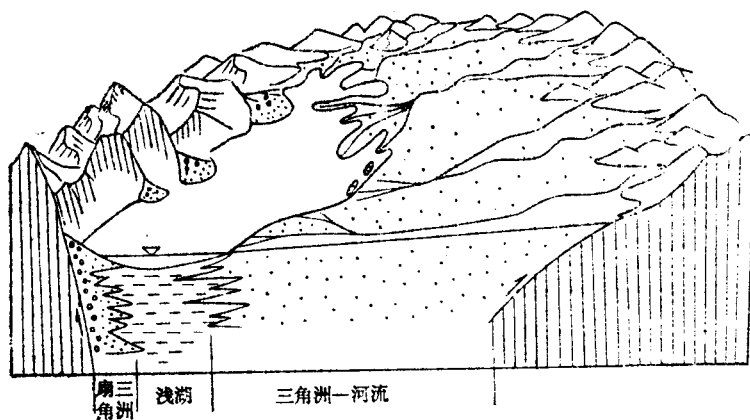


图9 裂谷湖盆充填晚期沉积模式

盆地均以河流沉积为主,例如苏北盆地三垛组的上部,东濮盆地东营组的上部。

上述各类模式是依据我们研究实例加以归纳的,实际情况要复杂得多,还存在着不少过渡类型。在一些现代裂谷盆地,发现岩性对水系的发育和对湖盆沉积物的供给影响极大。如云南的程海盆地西部虽为陡岸,但为玄武岩阶组成,几乎没有发育河流,供给湖泊的物质就很少;相反,那里的缓坡则成为主要物源的供给区。而在云南洱海的东岸虽为缓坡,却由灰岩和玄武岩组成,只有很少碎屑物质纳入湖泊。在裂谷沉积相模式中我们很难一一予以表述,只能加以综合的概括。

四、裂谷沉积作用与油气的生、储、盖、圈

已发现在许多裂谷沉积中储存着丰富的有机燃料(石油、天然气、油页岩、煤)、金属矿(铀、铜、铝、锌)和蒸发岩矿,这里仅就裂谷沉积作用与油气的关系作一概要的论述。

在上面有关裂谷发育阶段中已经谈到,盆地的深陷伴生了大而深的裂谷湖。湖泊在热学、密度和化学上都可以分层。丰富的营养物从四周高地供给湖泊,具有较高的生物活动性和生产力。缺氧和富 H_2S 的底层水有利于有机质的保存。加上裂谷湖水的pH值较高,有利于富含石油的前身——类脂和烃类的沟鞭藻、绿藻的生长。根据世界现代湖泊沉积的对比研究,发现以碱性苏打裂谷湖泊(土耳其的凡湖)最有利于有机质的保存,沉积物中有机质最富集(Kelts, 1985)。可见,裂谷深陷期是生油母岩的形成时期,我国对新生代裂谷的油气勘探的结果便证明了这一点。渤海湾裂谷系沙河街组三段是最主要的生油期,其次沙河街组一段,它是次级构造旋回的下陷时期的产物,也具有较好的生油能力。

但是应该指出,并非所有的裂谷深水湖都形成良好的生油母岩。云南小江裂谷带的澄江盆地,目前是一深水湖,湖底沉积为棕褐色淤泥,经分析其有机碳含量很低,约0.42%。究其原因是多方面的,首先湖泊在热学上的分层是不稳定的,夏秋季温跃层稳定,但是冬季呈均温状态,水体的对流可以把氧气带入湖底,因此在深水湖底仍有丰富的底栖生物,这些底栖生物可以对底泥进行过滤,去掉了有机分子,这一过程将消除石油前体分子(Robbins, 1983);再如抚仙湖为一贫营养湖,生物初始生产力较低,产生的生物量也低;最后湖水是淡水,没有咸水的介入,湖泊没有发生密度分层,不利于有机质的保存,所以抚仙湖的沉积过程缺乏底层的滞水环境,作为生产力指标的生物量很低,保存条件又差,因此形成生油母岩的可能性就不大了。

裂谷盆地成为油气勘探的目标,除了有富含有机质的母岩和地热上成熟的生油层外,石油的储集还需要多孔隙和渗透性的储集岩,在裂谷盆地中能够作为储层的粗颗粒碎屑岩,主要分布在谷底,斜坡和滨湖地带。

在我国沿谷底的储层,在深水时期最主要的是纵向和横向搬运的浊积岩,其中包括滑塌成因的浊积岩,偶尔也见到火山碎屑岩;在浅水时期以河道砂岩和三角洲砂体为主。裂谷斜坡的储层首推扇三角洲砂体和三角洲砂体,有时湖滩砂和滩面水道砂(包括槽状洪流沉积)也可构成相当可观的储层。滨湖砂体主要为湖泊波浪流形成的砂体,其中包括生物碎屑岩、鲕粒岩和生物礁体。同时蒸发岩储层也有所发现,主要是多孔的

白云岩和白云岩裂隙储油。

盖层直接影响油气保存的条件,裂谷湖四周粗碎屑沉积都很发育,一般不能形成很好的厚盖层。但是由于裂谷湖盆构造运动较频繁,可引起湖水位的大幅度变化,尤其在深陷时期可以形成厚度较大的粘土盖层;在干旱气候条件下可以形成数十至数百米厚的蒸发岩盖层。另外,温带深水湖泊春夏季节的藻类繁茂可以形成碳酸盐纹层段作为盖层。最后在咸水湖中,由于携带悬浮沉积物的河流淡水流入湖泊,发生絮凝作用,形成三角洲地区的粘土盖层。

在裂谷盆地中可以较普遍的看到构造圈闭、地层圈闭和构造-地层圈闭。这是由裂谷过程决定的。裂谷的断裂活动频繁而复杂,它可以造成渗透性岩层与非渗透性岩层的接触,构成圈闭,或者断层成为通道和遮挡。地层圈闭,一是因湖水位波动大,二是因相变突然,尤其在陡坡岸,粗碎屑楔可直接插入泥岩之中。最常见的构造-地层圈闭是基底断层引起的上覆盖层褶皱。此外,在蒸发岩盆地中盐的塑性流动也可造成较好圈闭。

五、结 语

综上所述,在裂谷盆地中,油气的生、储、盖、圈条件都较优越,可以形成各种类型的油气藏。国内外的勘探实践已充分证实了这一点。但是也应该看到,不同裂谷盆地的物理、化学和生物过程及其相互作用存在很大的差别,地域环境的差异必然影响沉积物的性质和沉积相的组合。为此,深入研究裂谷构造-沉积时空的演化规律,探索其内部的机制过程将是今后的努力方向。

THE RELATIONSHIP BETWEEN TECTONIC- SEDIMENTARY EVOLUTION AND OIL- GAS ACCUMULATION IN RIFT BASINS

Wang Sumin Zhen Changsu Wu Ruijin Fen min

(*Nanjing Institute and of Geography and Linnology, Academia Sinica*)

Abstract

The study on the relationship between tectonics, sedimentary evolution and source and reservoir rocks in rift basins, is an attractive subject of sedimentary geology. Through the investigation on some rift basins including Eogene Liaohe, Dongpu and Subei rift basins and Neogene Dianchi and Erhai rifts in Yunnan Province, the authors found that these basins have three evolutionary stages, each of which behaves various tectonical properties, strength and amplitude, hence accompany lakes in different scale in the filling process of basin. The filling deposits of rift basin are separated by regional disconformity at its top and bottom, constituting a complete tecto-sedimentary cycle which is composed of some subcycles controlled also by tectonics. But the boundaries between subcycles concretely express a dis-or unconformity in the surrounding area of the basin, while a continuous deposition in the central part. Generally, the multi-cyclic evolution is from deposition in faulted basin with a strong block faulting and multi-depocenter to sedimentation in united sagged basin with a regular and wide sedimentary facies belts. The results in the present and ancient rift lakes show that the large and deep lakes were formed in deeply sagged stage, however they were often separated into several sub-basins, in the case the lake water was easily to saline, forming density stratification. This situation was favourable for preservation of organic matter, and hence source rock developing. on the other hand, owing to steep slope, sediment gravity currents was an important type of deposition, forming better reservoir rock. In addition, evaporites were deposited in the close basin because of frequent fluctuation of water level, to promote the optimum association of source, reservoir and seal rocks. Through the anatomy of some rift basins, the sedimentary models in individual stages have set up for predicting the perspective area of oil-gas exploration.