

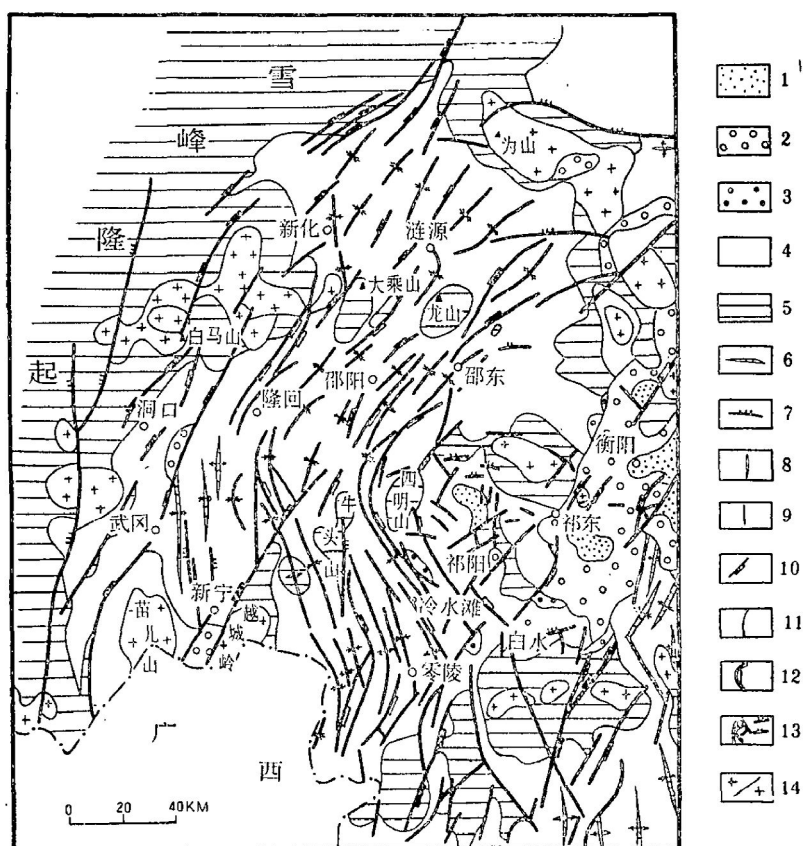
祁阳山字型构造特征及形成机制

邱之俊 钟浚贤 詹世云

(湖南省石油普查勘探指挥部)

湘中存在多种构造体系,在复杂的构造图象中,最引人注目的为弧顶朝西的祁阳山字型构造体系。它北跨龙山、大乘山,直达雪峰隆起东南缘;南抵阳明山;西近越城岭、白马山;东止于衡阳一双牌隆起。展布面积在两万平方公里以上。地理座标约为:北纬 $26^{\circ}00'$ — $27^{\circ}50'$,东经 $110^{\circ}50'$ — $112^{\circ}25'$ (图1)。

祁阳山字型构造由吴磊伯等首先提出^[2]。后来,湖南区测队、湖南冶金地质研究所、湖南地科所等单位补作了一些工作。近几年来,我们在开展湘中海相石油普查过程中,先后和武汉地质学院、地质部石油地质综合大队、“二普”等单位协作,对祁阳山



1.下第三系。2.白垩系。3.上三迭统一侏罗系。4.泥盆系一下三迭统。5.元古界。6,7.东西向褶皱及压性断层。8,9.南北向褶皱及压性断层。10.新华夏系压扭性断层。11,12.山字型构造前弧反射弧褶皱轴及压性断层。13.山字型构造脊柱扭断裂。14.花岗岩。

图1 祁阳山字型构造体系略图

字型构造进行了研究。对它的某些构造特征、形成机制、及其与油气的关系等,有了一些新认识。

一、祁阳山字型构造特征

祁阳山字型构造除了具有一般山字型构造体系的共性以外,还具有某些明显的特性。这些特性的形成,与它所处的构造背景和边界条件息息相关;与晚古生代和中生代油气的生、移、聚、散也有一定的关系。

(一) 前弧

由一系列多呈弧形斜列的褶皱、压扭性断层和挤压带等组成向西突出的弧形构造。弧顶位于隆回县南约十五公里。其西只有零星出现的前弧散漫成分。前弧可分出内弧与外弧,其分界线大约在邵东牛马司、邵阳沱山铺至零陵冷水滩一线(图1)。

前弧褶皱断裂带呈现一松一紧的“疏密波”,弧顶尤其明显。从测制的1:5万前弧构造横剖面来看,从武岗邓家铺至邵阳五丰铺,有三个褶断疏波带和四个密波带相间出现,并显示一定的等距性(图2)。

前弧宽厚(长宽比2:1),内、外弧的弧顶不在同一纬度,有脱位现象。内弧顶位于北纬 $26^{\circ}50'$;而外弧顶约位于北纬 $27^{\circ}00'$,弧顶联线略呈北西西向。整个前弧稍有偏歪,其北翼一般呈北 35° — 45° 东延伸;南翼则循南 30° — 40° 东伸展,两翼平分线约呈 275° 方位。

前弧褶皱的排列组合以弧形斜列为主,其北翼多为右行、以顺时针扭动为主;南翼多为左行,以逆扭为主。褶皱轴线多弯曲,时见牵引剪切特征。部分地段的褶皱呈多字型横跨,典型例子见于邵阳与隆回县之间。

前弧的断裂发育。其中的主干断层多为高角度斜冲断层,常成组成带出现于密波带内,断线延伸亦多呈弧形,基本与褶皱带协

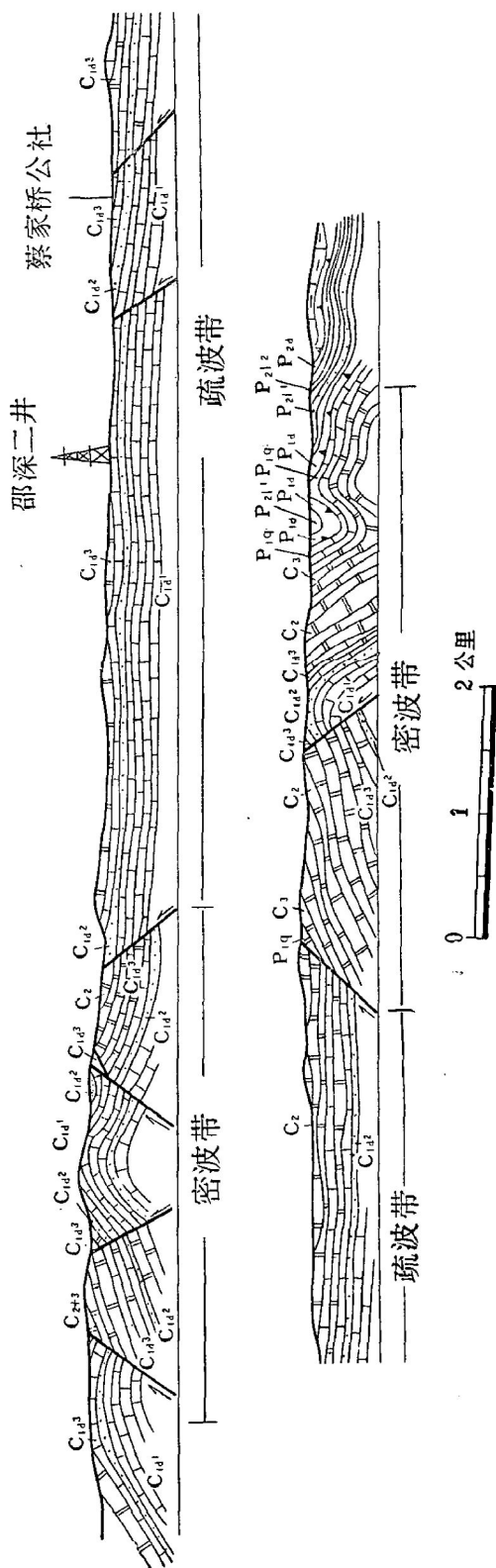


图2 祁阳山字型前弧外弧构造横剖面(示疏、密波带)

调。例如内弧的五丰铺—花桥断裂带就是其中之一，它整体呈西突的弧形，长约120公里，主要由压扭性断层组成。在零陵花桥王家岭下，见该断裂带南段的上泥盆统灰岩中，有一断层破碎带宽达50米，其中的挤压带劈理和构造凸镜体极发育，并有旋扭轴直立的小旋卷构造，其外旋为顺扭，显微镜下见方解石呈现解理弯曲和扭折现象。在邵阳五丰铺附近，见该断裂带西侧一断层，表现为上泥盆统余田桥组灰岩逆冲于中侏罗统砂、页岩之上，断面产状 $330^{\circ} \angle 45-50^{\circ}$ 。沿该断层的挤压破碎带宽20余米，灰岩中见强烈的白云岩化和硅化，镜下见白云石呈现波形消光，粒间有压碎糜棱物。

(二) 砥柱和反射弧

祁阳山字型的主要砥柱，是位于南北两侧反射弧凹面的越城岭和白马山前泥盆纪变质岩穹窿，以及沿穹窿轴部侵入的加里东花岗岩基。这些岩基侵入元古界和下古生界，并为泥盆系不整合覆盖。在这两个主要砥柱的东边，存在近东西向排列的串珠状穹窿（图1），看来它们起次要砥柱的作用。

祁阳山字型南北两翼反射弧发育程度差别很大，极不对称。北反射弧的形迹不明显，仅在靠近砥柱附近，有部分构造线表现近南北向或北北西向的反射趋势。南反射弧发育完好，呈向东突出的弧形，但弧顶不在同一纬度线上，而是由西向东，自北纬 $26^{\circ}10'$ 向北偏移至 $26^{\circ}20'$ 附近。

(三) 脊柱和不连续边界

祁阳山字型构造的脊柱成分是多种多样的：位于前弧内侧、近东西向展布的关帝庙穹窿和印支期花岗岩类，是脊柱的一部分，它们位于前弧外弧南北两翼的平分线上。而在内弧的南北两翼平分线附近的晚古生代地层中，见到一些规模不太大的近东西向的褶皱、挤压带、冲断层，以及广泛分布的、以一对锐角等分线指向南北的棋盘格式扭和压扭性断裂，它们也多属脊柱的成分。例如在祁东县黄土铺东，可见中泥盆统跳马涧组石英砂岩产状甚陡，组成宽达20米的近东西挤压带，也见几条近东西向冲断层。其中一条显示为跳马涧组逆冲于棋梓桥组下段之上，另两条产于跳马涧组内部，挤压破碎宽1—3米，断面呈舒缓波状，两断面产状分别为： $175^{\circ} \angle 75^{\circ}$ 和 $10^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 。在祁东县湖广公社布丫山以及下里桥公社一带，也见到一系列的近东西向压性构造形迹。

吴磊伯等曾指出：“山字型脊柱位于前面弧的内侧，并在衡阳盆地中伸展”。据我们观察：从衡阳盆地中的石牛峰（即马勒山）到谭子山一带的中生代地层，确实存在东西向构造线，例如谭子山一带可见一系列东西向压性或压扭断层，其中探山岭重晶石矿的F₄断层，断层北盘为上泥盆统锡矿山组石英岩（强烈硅化），南盘为下白垩统砂砾岩。断面产状： $170^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ，沿走向和倾向均呈舒缓波状。断面上斜冲擦沟的倾斜角为 45° ，其旁侧有派生的裂隙和剪切菱块。这类东西向斜冲断层在本区龙秀桥和堰坎等地均可见到，而且规模较大，是山字型脊柱后期再次活动并切割“红层”的产物。

区测队曾指出：祁阳山字型构造的脊柱，在大片泥盆—石炭纪地层中，以一对锐角等分线指向南北的扭裂面组成的棋盘格式构造表现出来。

我们通过对卫星象片和航片的判读解译，进一步对脊柱展布范围作了野外考察，发现该区确实相当普遍地存在北东和北西向两组交叉断裂。但是，除了有些小型交叉裂隙和沿对尔线相似属扭性外，大多数规模较大的交叉断裂为压扭性，其中部分有多次活动

迹象。例如,我们在祁东县杨岩冲水库附近,见到已被区测队列入棋盘格式断裂的一条北东向压扭性断层,它产出于中泥盆统跳马涧组与棋梓桥组之间,断面倾向北西、倾角 60° 。棋梓桥组灰岩在临近断面处出现的构造凸镜体呈左行排列,显示断层曾发生逆扭。在跳马涧组砂页岩中,亦见与断层面近于平行之构造凸镜体,并出现斜交断层的轴向 345° 之小背斜,系该断层的入字型分支褶皱,这些又显示该断层发生过顺扭。类似现象在祁东五尤山一带也可以见到。因此分布在山字型脊柱范围内,并与山字型构造有生成联系的那些北东、北西向扭性或压扭性断裂组成的棋盘格式构造,是属于脊柱范畴的。

关于祁阳山字型构造东面的“不连续边界”,有人认为很可能就是符合二长比要求的零陵—衡阳—浏阳断裂带。其走向为北 30° 东,具压扭性特征。它的南段除吴磊伯所称的“零陵—白水巨大扭裂带”外,还有沿此断裂带侵入的都庞岭加里东期花岗岩体;其中段以衡阳界牌大断裂为代表,该断裂带经过了谭子山一带;其北段延伸于株洲至浏阳一带,此断裂带两侧跳马涧组的岩性和厚度有显著差别。故该断裂带至少在湘桂运动中已出现,后期有继承性活动。

(四) 马蹄形盾地

祁阳山字型构造的盾地现在显得相当复杂和狭窄,其中发育多组多方向的断层,断层带地层有时变陡、局部甚至倒转。但从总的褶皱面貌来看,多半还是较开阔的。

盾地变得狭窄和复杂有两个原因:一是山字型构造发展到相当“成熟”时,内侧出现晚期弧,使盾地变窄。二是所谓“系内复合”与各体系之间的复合交织在一起,而使构造图案复杂化。

二、祁阳山字型构造形成机制的探讨

祁阳山字型构造位于湘桂经向带(东经 110° — 113°)内。在海西—印支期,由于东西向的挤压,特别是地块出现由东向西的滑动,在湘中南及桂东这种边界条件下,上述地应力场不仅产生南北向构造带,而且因为地块出现不均衡滑动,而产生前弧向西突出的祁阳山字型构造和桂林弧形构造。同时,某些南北向构造带也不是直指南北的,也多呈舒缓的弧形,如耒阳—临武南北向构造带就是一例。

祁阳山字型构造形成的边界条件可以分为两种:

① 最基本的边界条件:即一对砥柱和符合二长比要求的不连续边界的存在,使它具有一般山字型构造的共性。

② 湘中特定的边界条件:例如其西北缘存在着弧顶向北西方向突出的雪峰弧形隆起,它是“湘西北联合弧形构造”内弧的一部分,构成了湘中的北西边界。又如湘中在两个主要砥柱的东侧,存在着近东西向串珠状穹窿等等。这些都使祁阳山字型构造具有它自己的特性。

我们根据湘中的地质构造背景和具体边界条件,作了一些模拟实验,获得了探索祁阳山字型构造特征形成机制的某些有意义的材料。现概述如下:

(一) 前弧“疏密波”带的成因:对比模拟实验表明,当只有两个砥、及一条符合二长比要求的不连续边界条件下模拟出来的所谓标准山字型,其前弧一般只出现等密波

(图版Ⅳ—1)。当依据湘中实际地质条件,在白马山和越城岭两个主要砥柱的东面,接近东西排列模拟几个串珠状穹窿之后再作实验,前弧就出现了比较明显的“疏密波”带(图版Ⅳ—2)。看来,串珠状穹窿起着次要砥柱的作用,是形成“疏密波”的决定性边界条件之一。串珠状穹窿向弧顶方向倾伏延伸的部位,恰好就是疏波带的所在;而两穹窿之间的向斜向弧顶延伸处即密波带的位置。

(二)前弧内、外弧弧顶脱位的原因:从地质背景来看,弧顶西侧、加里东期末出现的早期新宁—白马山南北向构造带中段邓家铺附近,卫星象片上隐约有一“环形构造”。有人推断它可能是一个隐伏岩体或变质岩穹窿,它位于前弧弧顶偏南的外侧。模拟实验表明,当按上述具体边界条件,在弧顶外侧偏南模拟一隐伏的小刚性地质体时,它对由东向西滑动的前弧产生局部阻抗,使前弧的外弧向北偏移,因而产生前弧的内、外弧顶脱位现象;同时使整个山字型前弧略显偏歪(图版Ⅳ—2)。

(三)北反射弧反射构造形迹不显著的原因:实验表明,当没有雪峰弧形隆起等特定边界条件时,模拟的山字型南、北反射弧都发育得很好,而且基本对称。当按实际边界条件加上雪峰弧形隆起时,北反射弧不仅反射现象减弱,而且反射弧的多数形迹向东偏转。由此可见,产生这些现象的原因至少有两个:一是雪峰弧形隆起带对北反射弧起到了阻抗和限制作用。当地块向西滑动时,雪峰弧形隆起的阻抗,使该区出现东西向的顺扭力偶,以致反射弧的多数构造形迹步调一致地向东偏转。由西向东,离主要砥柱越远,向东偏转角度越大,由北北东至北东向,总体呈顺敛扇形。二是北反射弧迁就利用某些先成的北东向构造形迹。我们在已铺平的实验泥料上切几条北东向断口,代表先成的北东向断层。然后按山字型的形成条件作模拟实验,其结果是:前弧北翼和反射弧的一部分形迹,迁就利用了先成的北东向断层;而另一些构造形迹由于雪峰隆起的限制,仍然向东偏转。

(四)关于南反射弧弧顶脱位的原因:从越城岭隆起向东,南反射弧弧顶逐渐向北偏移,其主要原因是与串珠状穹窿由西往东向北偏移有关。此外,推断在零陵的冷水滩附近存在一隐伏的变质岩穹窿或岩体。当按这些条件布置山字型模拟实验时,南反射弧弧顶就出现了明显的脱位现象。

(五)脊柱与二长比的关系:张国铎的研究成果表明^[3]:山字型脊柱的发育程度与二长比的关系很密切。所谓山字型的二长比 $\omega = \frac{L}{S}$, 即不连续边界到两砥柱中心连线的垂距 L 、与砥柱中心连线长度 S 之比值。已知自然界山字型构造二长比多为 0.17—0.5, 少数为 0.71—0.86。

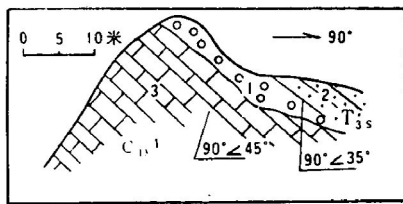
我们初步计算祁阳山字型构造的二长比为 0.85。模拟实验表明:二长比为 0.5 时,山字型构造的前弧和脊柱均发育良好。当二长比增大到 0.9 时,模拟的山字型前弧仍发育得很好,而脊柱的形迹比较微弱。理论分析和地质实况都说明,祁阳山字型构造是能够形成脊柱的。

(六)前弧北翼两种构造线斜列横跨的成因:实验结果与邵阳和隆回之间的地质现象颇相似,出现北东与北北东两组构造线呈斜列横跨。其横列呈北东向、为右行斜列,显示顺扭;纵列为北北东向、呈左行多字型斜,显示逆扭。它是由于地块向西滑动时,

前弧北翼呈东西向顺扭而导生出北西和南东向的挤压。纵、横两列横跨相交的钝角 ($120^\circ \pm$) 对着压力方向, 而它们的单个褶皱轴与压力近乎直交。

祁阳山字型构造体系的成生和发展经历了较长的时代。它的雏型出现于海西期, 而基本成型于印支期, 燕山期仍有继承性活动, 并受到强烈改造使其复杂化。例如, 从邵东余田桥、经邵阳五丰铺、直到零陵花桥, 棋梓桥期至余田桥期的台盆相沉积 (泥灰岩、泥页岩为主), 形成一条略向西突出的弧形带。它的西侧以五丰铺—花桥同生断裂为界与台地相接, 它的东侧则由台盆相逐渐过渡为台地相, 这两条相变线略呈西突的弧形。这说明在中一晚泥盆世, 祁阳山字型的前弧已开始产生。从区测队所作的晚泥盆世早期 (余田桥期) 的岩相等厚线图来看: 在弧形相变带的凹侧、即祁东县一带, 其沉积厚度很小, 一般只有 200—300 米; 而在弧形带及其外侧的邵东、邵阳及零陵等地, 其沉积厚度很大, 一般达 600—1000 米。由此可见, 祁东一带当时基底相对抬升, 这种宽缓的隆起可认为是脊柱的“萌芽”。

在晚三迭世早期, 印支运动席卷了湘东、湘南和湘中地区, 这是一次形变强烈、程度稍次于加里东运动和燕山运动的重要构造变动, 它基本结束了我省的海相沉积史, 是我省地质历史上的伟大转折。卷入这次构造变动的是晚三迭世以前的地层, 其中主要是泥盆系至下三迭统。造成上三迭纪安源组与下伏地层间的角度不整合, 这就是著名的安源运动。它是印支运动的主幕; 其次是三湾运动和三都运动。湘中南的南北向构造体系和祁阳山字型构造体系就是在印支运动中基本成型的。这次运动造成了形态和构造型式多样的构造形迹, 既有宽缓的凸起和凹陷, 也有较紧密的褶断带, 并有岩浆侵入和热液成矿作用。在祁阳山字型范围内, 上三迭统与下伏地层不整合, 角度差在有的地段较大, 达几十度; 而在另一些地段则较小, 只有 10° 左右 (图 3)。



1. 燧石砾岩、砂砾岩 2. 砂岩 3. 灰岩
图3 零陵县五仁庙上三迭统与下石炭统不整合接触关系素描图

三、祁阳山字型构造与油气关系

祁阳山字型构造与油气生、移、聚、散的关系较密切。主要表现为下列几方面:

(一) 祁阳山字型构造体系的雏型出现于海西期, 成型于印支期。这正是湘中最重要的生油期与聚油期。印支期形成的圈闭构造, 有利于泥盆纪—早三迭世形成的油气运移和聚集。

(二) 湘中已知油气苗的空间分布有这样的趋势: 油苗主要分布在山字型的内弧和盾地附近; 而气苗则以外弧和北反射弧一带占优势。这种现象与该区上二迭统龙潭组煤变质的空间分布基本一致。可见祁阳山字型构造对油气分带和煤变质分带有一定控制作用。

(三) 在湘中构造复杂的背景下, 前弧“疏波带”是构造相对简单的地带, 这已为少数钻探和地震成果所证实。前弧疏波带实际上是区域性背斜带或可能圈闭的局部构

造发育的地带。现在已引起石油普查工作者的重视，并开始作物探和钻探。

(四) 祁阳山字型构造体系内的次级扭动构造、以及与其它构造体系的复合部位，油气显示良好。例如前弧北翼（邵阳市南东）的短陂桥S型构造的二迭系中，共发现六处可燃气苗，经分析含 CH_4 84.29—95.15%， C_2H_6 0.41—3.33%， C_3H_8 0—0.61%，其它气体少量。从三度空间来看，它们多产于麻花状扭曲的S形构造的曲率最大部位。又如在山字型盾地部位的祁阳文家冲一带，发现一系列油气苗，它们产于“乌山观帚状旋卷构造”之中，且多见于压扭性断层的下盘。已溢出成百公斤棕色原油，经化验分析，油质较好。

(收稿日期 1979年6月29日)

主要参考文献

- [1] 李四光，1962，地质力学概论。
- [2] 吴磊伯等，1959，湘南地质构造系统的初步分析。地质力学丛刊，第一号。
- [3] 张国铎，1977，关于山字型构造体系的几个问题及其模拟实验。四川地质，第三期。

TECTONIC FEATURES OF QIYANG ϵ -TYPE TECTONIC SYSTEM AND ITS MECHANISM OF FORMATION

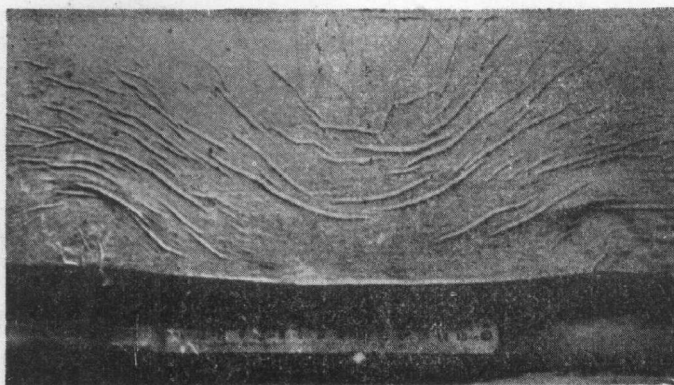
Qiu Zhijun Zhong Junxian Zhan Shiyun

(Hunan Petroleum Prespecting and Exploration Headquarters)

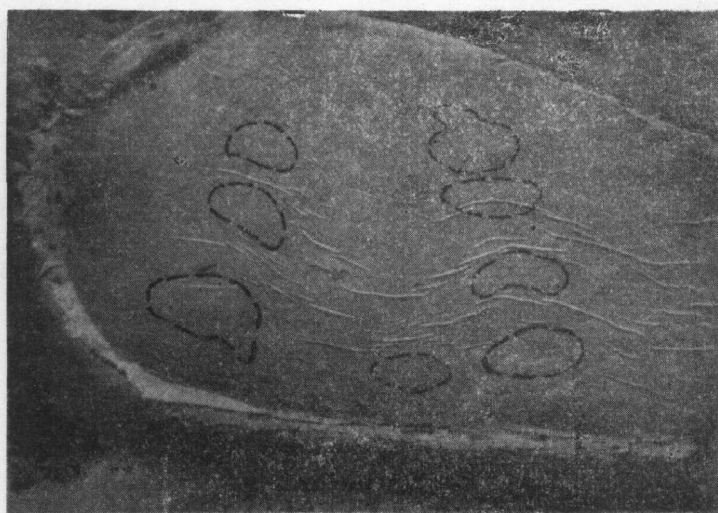
Abstract

The Qiyang ϵ -type tectonic system in central Hunan has been studied and its bearing on oil and gas potential discussed. Partly on the basis of model experiments, some new ideas about the characteristics of this tectonic system and the mechanism of its formation have been put forward.

This paper contains three parts; the first part deals with the tectonic features of the Qiyang ϵ -type tectonic system. The second part discusses the mechanism of formation of the Qiyang ϵ -type tectonic system. The third part discusses briefly the relationship between the Qiyang ϵ -type tectonic system and the hydrocarbon occurrence.



1. 模拟的二长比为0.5的标准山字型，前弧、反射弧、脊柱均发育良好，前弧显等密波。



2. 按湘中地质背景模拟的山字型（但二长比 >1 ），前弧显疏密波，南北反射弧不对称，内外弧顶脱位。图中虚线黑圆圈表示串珠状穹窿。