

中国古湖盆产生的构造条件和构造类型

黄第藩

(石油勘探开发科学研究院地质研究所)

我国学者李四光、黄汲清、张文佑、陈国达、张伯声、朱夏以及其他许多同志，在我国大地构造的研究中，对于中生代沉积盆地产生的构造基础和构造类型，都做过深入的研究，不同学派也各有其独特的见解。七十年代以来，随着全球构造理论——板块学说的发展，给传统构造地质学带来了新的生机。在这个学说的应用上，尹赞勋、傅承义、李春昱、郭令智、朱夏等许多同志，结合我国的实际颇多著述，出现了把一些传统的地质概念纳入板块构造体系的明显趋向。本文试图结合前人的研究成果，着重阐明我国中生代湖盆产生的构造条件、构造特征及其类型，探讨湖盆产生的构造机制。

一、大地构造特征和湖盆产生的机制

我国中生代湖盆产生的构造机制，区域构造背景是值得特别注意的，它既有太古代至早、中元古代的结晶基底（7—8亿年以前）出露，又有其后各个地质时期的新、老褶皱带。它们展布于不同地区，且分布颇有规律。中国大陆就是以一些结晶地块为核心，周围被各种褶皱带由老到新依次镶嵌而成，表现出明显的构造差异性和各种断裂体系极为发育的特点。张文佑先生曾经指出（1977）：“岩石圈断裂、地壳断裂和基底断裂所组成的断裂网络，控制着中国大地构造的发展和盖层中的构造体系”^[1, 2]。可见我国众多的中生代陆相沉积盆地就是分布在古老的结晶地块和各种褶皱基底之上，且大多具有古生代海相沉积。同时，这些盆地的发育还具有断陷湖盆的性质，盆地的轮廓也受到网络的控制，大都表现为菱形。因此，断裂体系活动的历史、动力及其构造机制，就成为我们认识湖盆成因上需要进一步阐明的课题。

众所周知，地球上最强大的纬向构造带，呈东西向通过我国境内。它的形成显然与南、北岩石圈断块或板块的拉张、挤压密切相关。这在中生代的地史发展中表现得十分明显，而古生代的构造形迹所反映的上述力学性质，在亚洲中部和北部也仍然十分清楚，西伯利亚古老地块的向南推移（特别是在海西运动中）是亚洲古生代陆壳增生和地块南侧强大弧形构造体系产生的前提。据地史资料^[3, 4, 5]，在古生代，亚洲曾经历过几次长期沉积（拉张）的历史，形成了宽阔的南亚陆间区和北亚陆间区（即浅海和沉降带）。同时在我国境内又有许多大小不等的前震旦纪或寒武纪岛状地块（古陆）、水下隆起和岛弧分布于沉降带之中。在地质历史中，它们与相邻的沉降带表现出明显的差异沉积、对立发展的特点。其基本的构造格局是，西面的塔里木地块、东面的华北地块、

南面的扬子地块,构成了三个大型的稳定陆核,且周围各有岛弧环绕,时有海水浸漫,而当时西藏高原地区可能主要由洋壳所构成。这种构造格局,在古生代地质发展历程中,不断地被改造着。在南北主压应力的作用下,经加里东特别是海西运动,除我国西南部外,沉降带均褶皱成山,陆壳扩展,海水退出,而地块陷落构成盆地,奠定了我国大部分地区现今大地构造的基本面貌。可见,我国许多大型陆相沉积盆地的形成,如塔里木、柴达木、陕甘宁、渤海湾和四川盆地等,早在古生代的构造运动中就奠定了基础,具有叠合盆地的性质。诚然,也还有一些盆地或产生于新的褶皱基底之中,或位于山前的过渡带上(见表1)。

我国北方,在西伯利亚地块南侧,塔里木和华北地块之北的海西弧形构造带中,分布着准噶尔、吐鲁番、二连、松辽等一系列重要的沉积盆地。这是一个束状的弧形构造体系,盆地的分布沿着构造带向东、西两侧展开而逐渐开阔,盆地的基底及其构造格局不同于前述那些大型地块盆地。这一串沉积盆地是伴随着海西期大陆增生,在准噶尔、松辽收缩海槽的基础上形成的,也可能包含着—部分元古代兴凯湖(距今6亿年左右)的褶皱基底。据张愷、罗自立等研究^[6]：“加里东运动时期,亚洲北部的西伯利亚板块向南飘移,使西萨彦岭到蒙古的德尔布大断裂以北的下古生界挤压形成大陆边缘褶皱区。晚古生代海槽向南收缩到塔里木华北古板块北缘的准噶尔、松辽地区,形成向南突出的弧形海槽。海面期西伯利亚板块继续向南推挤,前峰……首先关闭了海槽的中段,在那里造成北、中、南三套蛇绿岩带……并伴有大量的岩浆侵入,在海西晚期转为陆成盆地,以后就向山间盆地发展,收缩海槽东段的松辽地区,也于海西晚期转为陆成盆地,具备了盆地雏形”。我们认为,不管人们对于古生代全球板块构造体系是否存在认识如何,而对于我国北方诸盆地形成历史及其构造机制,则已经基本阐明。

我国大地构造的格局发展到古生代末期即海西以后,发生了一次重大的转折。除西藏外,古生代已经结合起来的中国大陆块,于其后的地质发展历程中,在板块构造活动的影响下,发生显著的与古生代反向的块断差异运动——许多结晶地块陷落为盆,而褶皱带块断成山。在那些陆缘和板块内的沉积盆地中,开创了我国中生代陆相石油生成的新时代,表现出叠合盆地的特色。朱夏、陈焕疆指出：“古生代油气盆地属于槽台构造体制,中生代油气盆地则在板块体制下形成。”这是符合我国地质历史发展实际的^[7]。最近田在艺也著文阐述了这一转变的历程及其意义^[8]。

我国位于欧亚板块的东南部,构成所谓东南亚板块的主体,东面和南面分别为太平洋板块和印度板块所环绕,处于它们的夹持之中(图1)。值得注意的是,这两条板块聚敛边缘的性质明显不同^[17],进而制约着我国中生代沉积盆地的发育及其构造特征,南部喜马拉雅聚敛带表现出阶段性的南、北挤压,在残留洋缩小、消失,洋壳俯冲、消减的同时,伴随着沉降带的相继回返、造山,陆壳自北而南递次增生,终于发生强烈的碰撞^[9](图2)。这就决定了我国西部盆地具有纵向山间或山前内陆盆地的性质,或在古老槽台褶皱系的发育而成(北部),或从新的褶皱带中产生(南部)。我国西部盆地的南北差异是明显的,北部的构造格局奠基于古生代,不同性质的古老地块被加里东和海西褶皱带所环绕,造成了一种以山间地块型盆地发育为主体的构造格局。显然,这是中生代在南来主压应力的强大影响下产生的。该区各种拗陷发育的历史与中生代各时

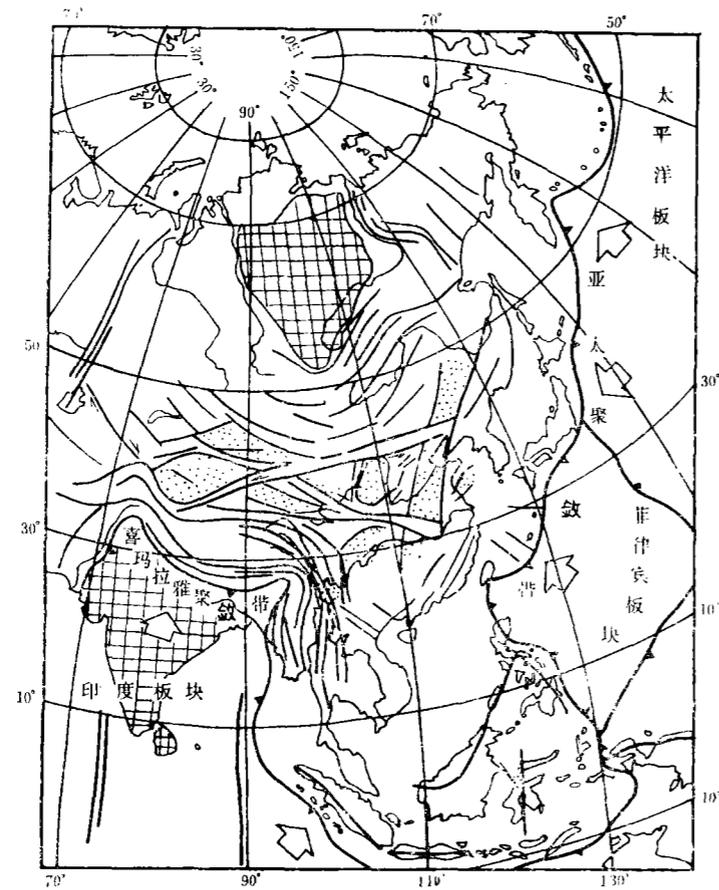
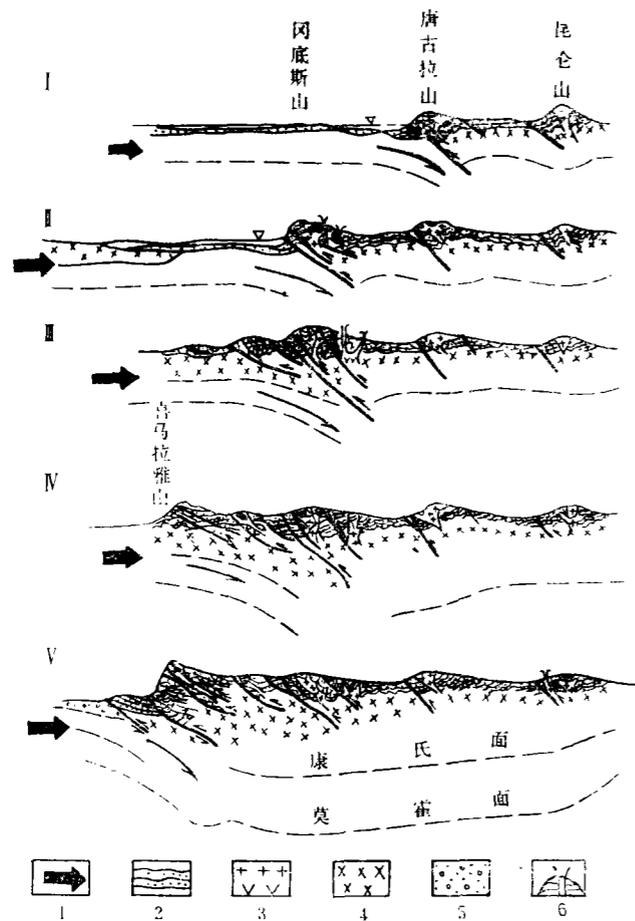


图1 亚洲东部及其邻区构造略图

期南侧板块相继俯冲所造成的我国西部构造应力场有着密切的联系^[10]。在每一次构造运动中，南面都有新的山系产生；相应北面，地块周围的褶皱带则发生块断隆起，而地块本身发生陷落接受沉积；山前拗陷中沉积更厚。在地层剖面上，除塔里木盆地南缘和柴达木地块缺失三迭系外，侏罗纪及其以后的地层均有不同程度的发育。其中侏罗系厚达2000—3000米，上第三系更厚，达5000—7000米，说明燕山早期特别是喜马拉雅晚期地壳垂直差异运动的幅度最大。在沉积相上除塔里木盆地西南缘于白垩纪晚期至第三纪早期曾有过海湾泻湖相沉积外，其它均为陆相地层。而且各时代（包括第四纪）均有陆相生油建造。如果注意到印度板块的陆壳与欧亚板块的碰撞作用始于3800万年以前（始新世末至渐新世初），于中新世中期达到高潮，导致海槽关闭，海水退出，青藏地区强烈上升成为高原，那末，昆仑山北侧山前巨厚的新第三纪——第四纪堆积的形成和高成熟石油的出现则是必然的结果。总之，以上资料说明，在南侧板块构造俯冲作用的影响下，北部诸盆地一般形成时间早，继承性发育的时间长，呈多旋回发育与多期生油，迄今仍处于强烈的陷落之中。



(据汪一鹏1979)

图2 青藏高原发育史略图

I. 晚白垩世前 II. 晚白垩世至第三纪初期 III. 始新世至渐新世 IV. 晚第三纪 V. 第四纪

图例: 1. 印度洋板块漂移方向 2. 沉积岩和变质岩 3. 中酸性侵入岩和喷出岩
4. 花岗岩层 5. 西瓦里克期后堆积 6. 火山活动

西藏高原的构造格局，与北部截然不同。是在强大的海西褶皱带的南侧，自北而南，由老到新，分布着三条巨大的中生代弧形褶皱带^[11]。它们是：(1) 印支期松潘—甘孜褶皱带；(2) 燕山期唐古拉褶皱带；(3) 喜山期喜马拉雅褶皱带。这些构造带褶皱强烈，逆断层、平移逆断层和逆掩断层广泛发育。根据构造带的走向和断层性质判断，对于它们的形成，主压应力始终保持着北北东或北东方向。它们是在近二亿年的地质发展历史中，随着印度板块的向北飘移、碰撞，特提斯海逐步消失，在强烈的挤压褶皱中形成的。同时，在东段随着弧形构造带的向南转折，广泛发育着北西向或南北向的高角度走向滑动逆断层。这样，川滇地区的一些断块遂表现出颇为强烈的顺构造带向南南东方向滑动，并有许多小型压性断块盆地产生。

由于西藏高原地区海水退出很晚，挤压褶皱强烈，迄今仍处于强烈的隆起之中，因此中生代陆相沉积盆地的发育受到很大限制。但是，那些在中生代褶皱带上沿断裂出现的一些新生代小型断谷盆地，如伦坡拉盆地仍具有弧后或缝后小型山间盆地的性质。

我国东部中生代沉积盆地的构造背景，与西藏截然不同，亚——太聚敛边缘的性质及其活动在它们的形成上有着决定的影响。自中生代印支期以来，太平洋板块向亚洲大陆俯冲消减，不仅在我国东部引起了强烈的块断运动和岩浆活动，而且在现今构造格局的形成上也产生了重大的影响^[12]。在这里，几条巨大的北东——北北东向的大断裂绵延二、三千公里，横截各种不同性质的前中生代构造单元，隆洼相间，阶梯状向东断落。隆起带上火成活动强烈，拗陷中则沉降迅速，堆积巨厚，湖相沉积发育，表现出陆缘块断克拉通内部盆地的特色。从地质发展上看，中生代特别是在燕山运动早、中期断裂和火成活动最强，而到中生代晚期至第三纪相对比较稳定，相继进入了有利于石油形成的时期。可见，我国东部大陆自古生代晚期至中生代早期海水退出之后，同样出现了一种崭新的具有别于西部的大地构造条件。它在这种新的构造格局中，开始了新的发展历程：沿北东方向分割、解体，为近海陆缘湖泊的形成创造了有利的条件。

我国东部中生代的拗陷带，受北东向断裂的控制，不仅在展布上具有明显的规律性，而且在发育的时间上也先后有序。西带，包括陕甘宁、四川等盆地发育的时间最早，它是由以三叠系和侏罗系为主体的拗陷所组成，在相对较为独立的结晶地块的基础上，由古生代继承演化而来，因此具有叠合克拉通盆地的性质^[13]。中带，包括松辽、华北和江汉等盆地，为中生代晚期白垩纪或第三纪的拗陷带，往往是在前期地堑基础上扩展而成。东带，包括诸陆缘海盆，发育时间更晚，可能主要为第三纪特别是晚第三纪的拗陷盆地，迄今仍处于较为强烈的扩展和拗陷之中。在构造演化的形式上，各拗陷带也有明显的区别。西带，在四川、陕甘宁这两个大型盆地，中生代表现为整体大面积沉降，且白垩纪的沉降中心明显位于盆地西部，而新生代则表现为整体大面积抬升，沉积有限。中带，松辽、华北、江汉等盆地的发育，主要是从燕山早期一些狭长的小型北东向地堑断陷开始的，以后逐渐扩大，或在白垩纪（松辽），或在第三纪（华北、江汉）先后转入了大面积拗陷阶段。其中松辽盆地的拗陷在白垩纪末结束，第三纪抬升，沉积不发育。而华北、江汉盆地第三纪沉积颇为发育，下第三系厚达3000—5000米，是主要的含油岩系。至于东带，目前所知尚少，但据某些学者的见解，这个带是自第三纪尤其是晚第三纪以来，上地幔物质抬升，边缘海扩张，日本、台湾岛弧向东飘移的产物。因此，其演化形式可能与西带和中带又有很大差别。

在拗陷带之间的隆起带中，也有一些小型中生代地堑盆地或是其它与断层有关的构造盆地，顺区域构造走向延伸。如山西的沁水盆地，山东胶莱盆地，华南众多的小型盆地等。一般来说，它们的规模小，发育的时间短，在石油形成上没有甚么重要意义。但是在隆起上，毫无例外都发生过广泛的岩浆侵入和火山喷发，表现出不同时代火山岛弧的性质。在时代上岩浆活动以燕山期最为强烈；地区上则是东强西弱，这对认识我国东部地区的构造性质仍有着重要意义。

总之，自中生代以来，特别是从强烈的燕山运动开始，我国东部的大地构造突破了古生代约四亿年之久的南、北分异的槽台格局，为北东——北北东方向构造线所制约的

块断差异运动所代替,并伴随着强烈的岩浆活动和一系列湖盆的产生。根据在这里广泛发育的北东向褶皱和压性逆断层、逆掩断层分析,有一个强大的北西—南东向挤压应力场的长期存在是肯定的。唯有现今华北地区新生代的挤压应力场呈北东东—南西西方向。张裕明等认为它是由早第三纪北西向张性应力场转变而来^{〔12〕}。当我们注意到北西方向与菲律宾板块俯冲的方向一致,而南西西方向与太平洋板块俯冲的方向符合,那末,不难看出,太平洋板块(包括菲律宾板块)向欧亚板块的俯冲消减,正是造成我国东部中生代特有的构造格局的主要原因。诚然,我国东部构造格局的形式,在某种程度上也有印度板块挤压、碰撞的影响,这在西部表现的较为明显。四川和陕甘宁盆地最强的沉降地带偏西,以及陕甘宁盆地因左旋扭动,而成南北方向,都是这一影响的反映。

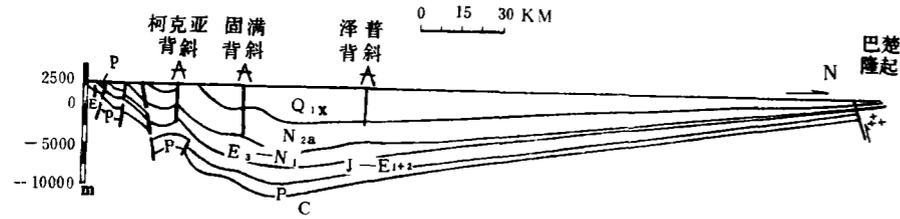
在我国沉积盆地形成上,还应指出我国区域性地壳厚度的分布状况。前述上地幔隆起、地壳减薄,导致我国许多大型盆地和拗陷带形成^{〔7〕}。它们都应该与不同时期板块俯冲所引起的地幔物质的运动有关。在区域性的挤压应力场中,由于上地幔拱起、地壳扩张与从主压应力派生出来的张性应变相结合,地堑扩展为拗陷。这就是我国特别是东部块断盆地产生及其演化的基本程式。由于地壳厚度、强度及其所处大地构造位置和受力性质的不同,而在上覆地层中以不同的构造形式反映出来。一般来说,我国西部稳定大型盆地的地壳厚38—50公里,地温梯度值较低,为 $2.3\sim 2.8^{\circ}\text{C}/100\text{米}$;而东部华北、松辽等断块活动盆地地壳厚度为30—35公里左右,地温梯度值较高,为 $3.6\sim 4.6^{\circ}\text{C}/100\text{米}$;更东的边缘海盆地,可能地壳更薄,地温梯度值更高,且受板块俯冲的影响更强,地壳的引张性表现得更为明显。李德生曾经指出^{〔14〕},在华北平原新第三纪沉积和盖层之下的一系列簸箕状地堑盆地,它们的深拗陷部分,环绕着渤海上地幔隆起的分布有明显的规律。张裕明等曾计算过^{〔12〕},华北平原晚第三纪以来的扩张量和扩张速率普遍小于早第三纪时期,扩张量相差3~7倍,扩张速率相差2—5倍。这表明早第三纪时期,华北地区的强烈拉张作用到晚第三纪已经减弱。以上实例说明,上地幔柱的发展、变化,是制约着盆地构造的重要因素之一。

二、我国湖盆的构造类型及其特征

从上述我国大地构造特征和沉积盆地形成的构造机制为基础,我们将湖盆构造特征及构造类型分区概述如下:

(一)我国西北部各种类型的板内或内陆山间盆地和山前盆地。它们的特点是:胎育于古生代的构造格架之中,在中新生代,由于印度板块向北推挤、碰撞的影响,褶皱带发生块断隆起,地块陷落而成为盆地。塔里木、柴达木、准噶尔(?)这几个大的山间地块型盆地就是从这种构造运动中产生、演化而成。同时,还有些盆地则形成于褶皱带之中,如吐鲁番和库木库里等山间盆地;或产生于山前过渡带中,如酒泉、潮水等山前盆地。

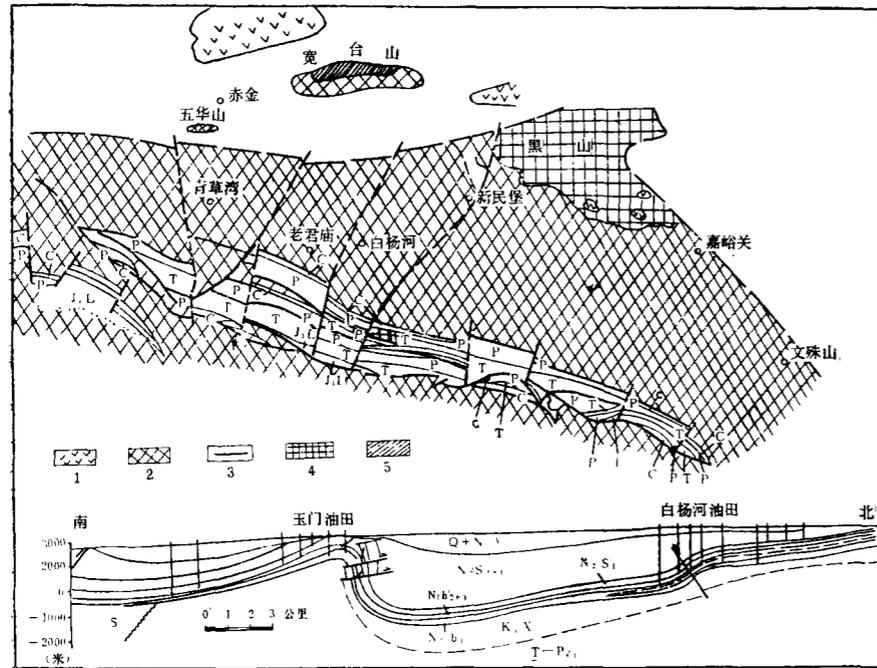
在塔里木、准噶尔这两个山间地块型盆地中,中生代地层发育齐全,反映着继承性拗陷、多旋回发育和多生油的特点^{〔15〕}。其山前往往有一个强烈的拗陷带并且褶皱也较为强烈而向地块中部沉积减薄,褶皱减弱(图3)。



(据范成龙, 1979)

图3 塔里木盆地西南坳陷横剖面示意图

柴达木、酒泉和潮水盆地的发育特点有所不同。中生代早期和中期断陷发育，生油层遭到不同程度的破坏。柴达木盆地东北部有所保存，构成冷湖油田的油源层系。中生代晚期（白垩纪）至第三纪才进入了较为稳定的坳陷期，往往也是盆地的主要生油期，如酒泉盆地的白垩纪（图4）和柴达木盆地的第三纪。



(据吴震权 1978)

图4 酒泉西部盆地构造横剖面和前白垩纪古地质图

图例：1.花岗岩侵入体 2.中下古生界南山统 3.燕山期断裂线
4.寒武—奥陶系妖魔山统 5.震旦系

(二) 我国西南部西藏等地区第三系陆相山间盆地。这是一些东西向狭长的湖盆。它们发育在中生代印支期和燕山期强烈挤压褶皱的构造带上，沿着区域构造走向呈串珠

状分布于断裂谷地之中。生油层的时代属下第三系和中新流。至少有一部分盆地是由白垩纪晚期的红色沉积盆地演化而来，如可可西里盆地和伦坡拉盆地等。这些湖盆在沉积时虽离海不远，但由于新山系的阻隔而具有内陆湖泊的沉积特征。

（三）我国东部中生代陆缘块断盆地

我国东部中生代沉积盆地不同于西部，它们的形成尽管也受着老的构造格架的不同程度的影响，但大多不是胎于老的构造格架之中，而是在亚—太聚敛边缘的影响下，一组横截古老构造线呈北东至北北东向的大断裂控制着盆地的形成。我国东部三个主要北东向断陷带的构造发育情况，彼此又有明显区别：

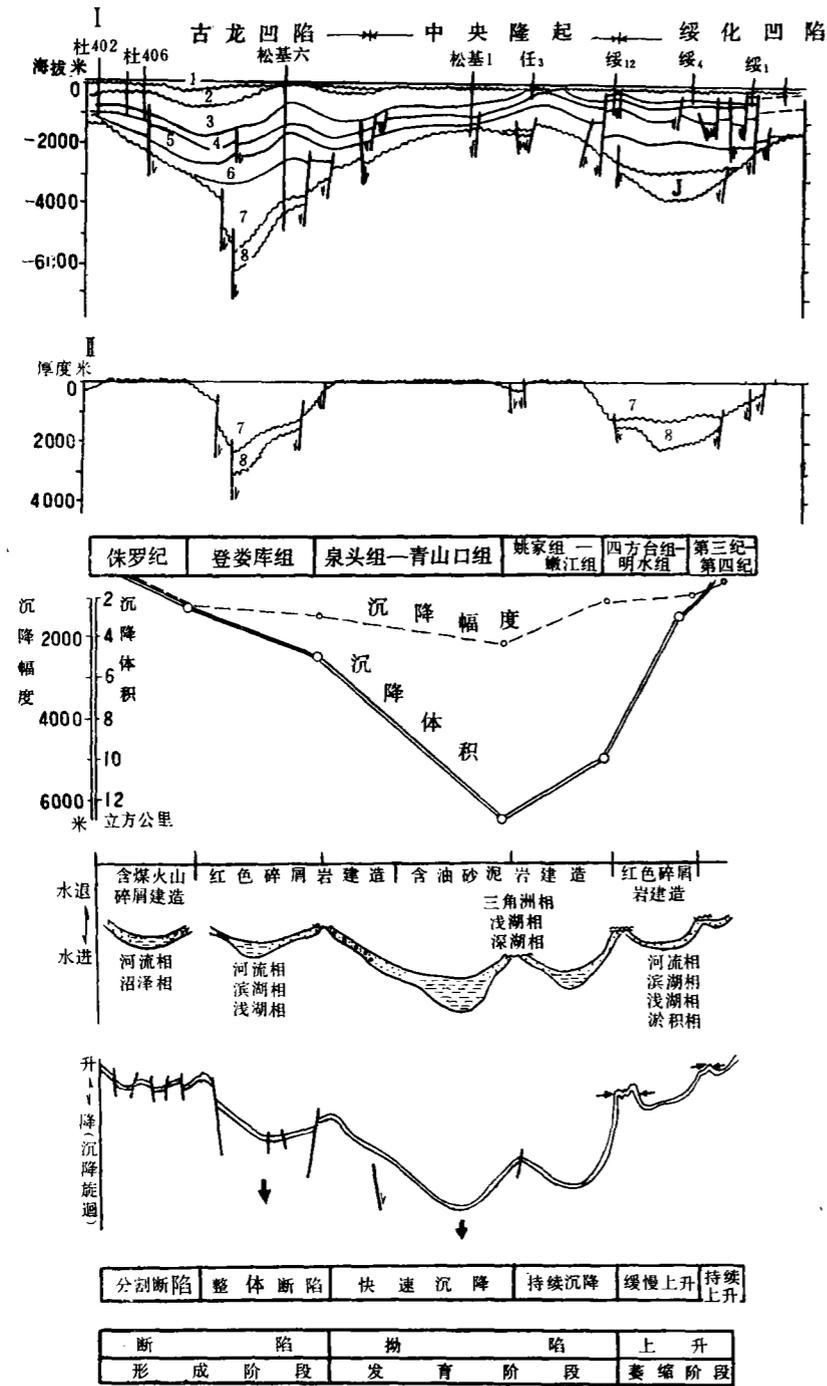
西带，包括陕甘宁、四川和楚雄盆地。它们都有一个稳定的结晶基底，都是从古生代晚期至中生代早期海退中直接演化而来的中生代陆相稳定块断沉积盆地，具有叠合盆地的特点。因此，形成时期早，结束时间也早，第三系不发育，除川东外，褶皱平缓。一般表现为向西倾斜，拗陷中心偏于西部，而本身断裂并不发育。晚三叠纪和早中侏罗纪是主要的生油期。

中带，包括松辽、渤海湾和江汉—洞庭湖等块断沉积盆地。这些盆地的发育有一个共同的特点：早期断陷，地堑形成；后期拗陷，发育为现今规模的沉积盆地。三叠系并不发育，大多缺失，故断陷期一般始于侏罗纪。而转入拗陷的时间则先后不同，或断、拗相继，有着比较复杂的发展历史。如松辽盆地白垩纪主要拗陷期和生油期^[16]（图5）。其它盆地的主要生油期为早第三纪，或出现于拗陷发展阶段（如江汉），或仍处于断陷发展阶段之中（如渤海）（图6）。前文已述，在中带诸盆地的形成上，上地幔隆起的影响是不容忽视的，它造成了渤海湾地区一系列下第三系箕状地堑盆地，并颇有规律地环绕上地幔柱分布（图6）。

东带，包括我国黄海、东海和南海这一系列边缘海盆，可能主要形成于第三纪陆缘扩张的构造运动之中。

另外，在上述三个拗陷带之间的隆起带上，也还有一些地堑性质的张性盆地或弧内盆地，如汾渭盆地，胶莱盆地等以及华南隆起带上的许多形成于断层谷地中的小型盆地，在含油上没有重要意义，也不多叙述了。

综上所述，我们把中国主要陆相含油气盆地的构造类型及其发展特点、生油时期归纳在（图7）中。由图可以看出，它们的成盆期（主要拗陷期）早晚不同，可以分为以下五个时期（图8）：古生代晚期、印支期、燕山早期、燕山晚期和喜马拉雅早期，并具有多旋回发展的特点。就大多数盆地而言，在造就现今规模的沉积盆地之前，往往经历了一个断陷的准备时期，只有塔里木、准噶尔、陕甘宁、四川等几个具有稳定结晶基底的大型盆地是处于旋回发展的继承性拗陷之中。至于生油期，由图中可以看出，是产生于断陷发展阶段的后期或成盆以后的某一发展阶段之中。



(据大庆研究院)

图5 松辽盆地构造发育横剖面

Ⅰ 现代构造剖面 Ⅱ 泉头组沉积前古构造剖面

1. 新生界 2. 上白垩统 3. 嫩江组+姚家组 4. 青山口组 5. 泉头组三、四段
6. 泉头组一、二段 7. 登娄库组 8. 侏罗系

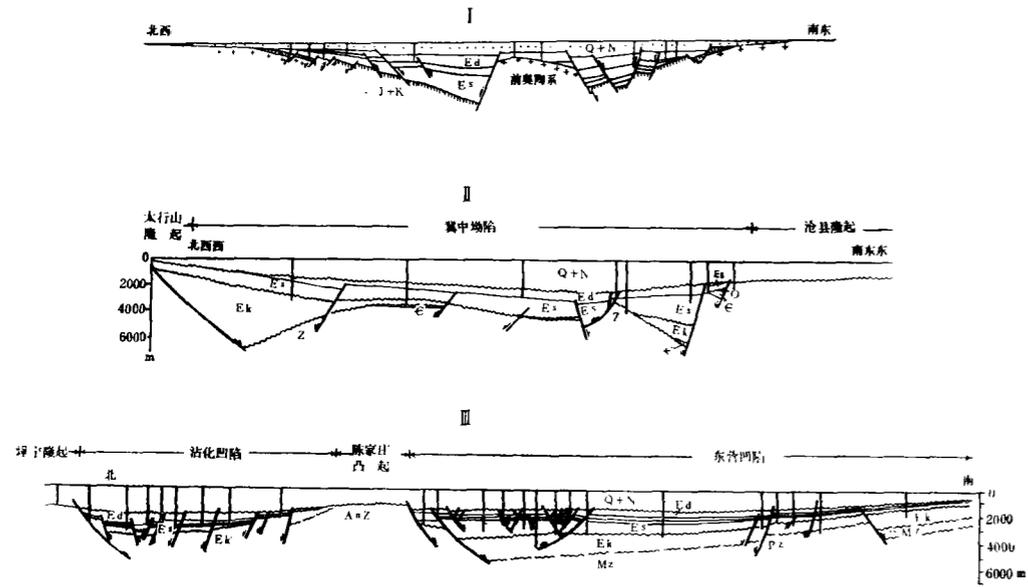


图6 渤海湾盆地构造横剖面图
I. 辽河剖面 II. 冀中剖面 III. 东营剖面

参 考 文 献

[1] 张文佑等 1978年 “断块”与“板块” 中国科学 1978年 第二期 第195—212页
 [2] 张文佑等 1977年 中国断裂构造体系的发展 地质科学 1977年 第3期 第197—209页
 [3] 亚洲地质图编辑组 1978年 亚洲地层与地史概述 地质学报 第52卷 第三期 第194—208页
 [4] 亚洲地质图编图组 1978年 亚洲主要构造体系特征 同上 第182—193页
 [5] 刘鸿允 1959年 中国古地理图 科学出版社
 [6] 张愷 罗志立等 1979年 中国含油气盆地的划分和远景 石油部石油勘探开发科学研究院石油地质研究所
 [7] 陈焕疆 1980年 论中国油气盆地的构造体制和油气分布的关系 石油实验地质 1980年 第一期 第3—12页
 [8] 田在艺 1980年 中国地质演变与石油的关系 石油勘探与开发 1980年 第四期 第1—14页
 [9] 汪一鹏 1979年 我国板内地震和中新生代应力场 地震地质 第1卷 第三期 第1—11页
 [10] 邓起东 张裕明等 1979年 中国构造应力场特征及其与板块运动的关系 地震地质 第1卷 第一期 第11—22页
 [11] 罗焕炎 1979年 从大陆地壳动力学观点试论我国地震的成因和机制 地震地质 第1卷 第1期 第1—10页
 [12] 张裕明 汪良谋等 1979年 华北东部新生代构造应力场变化之探讨 地震地质 第1卷 第1期 第23—28页

下转第84页

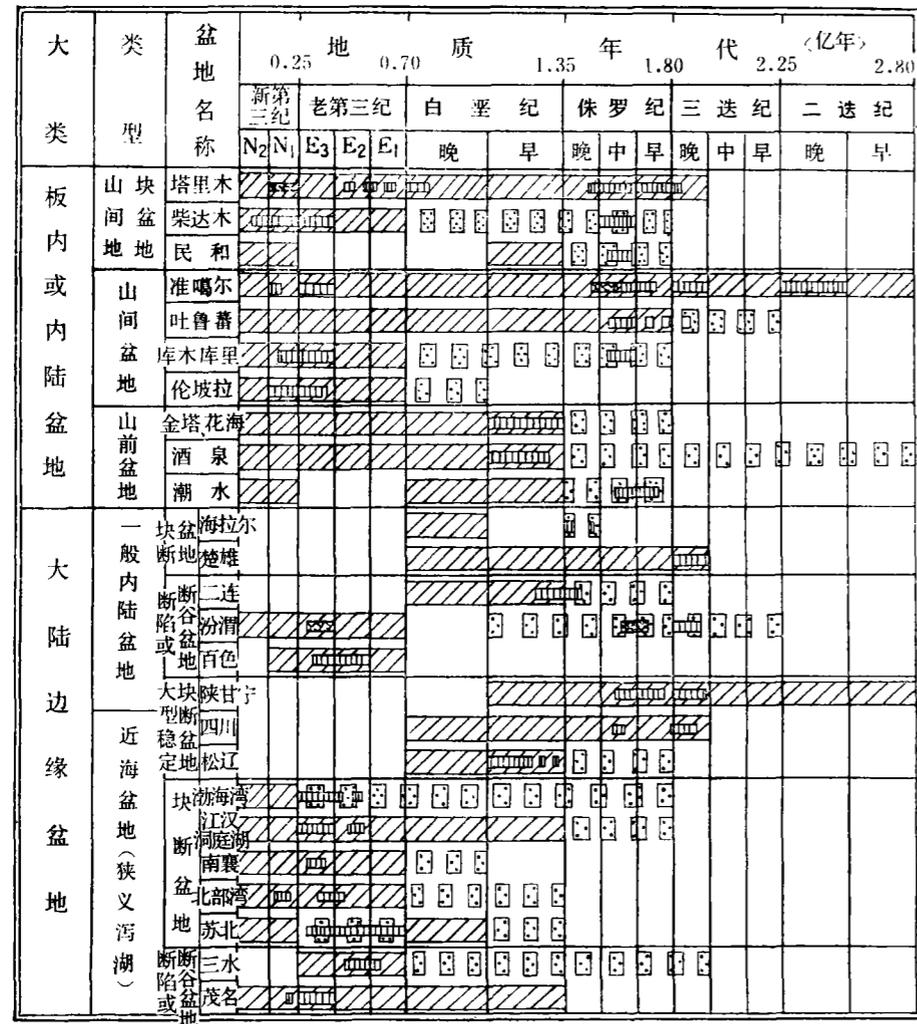
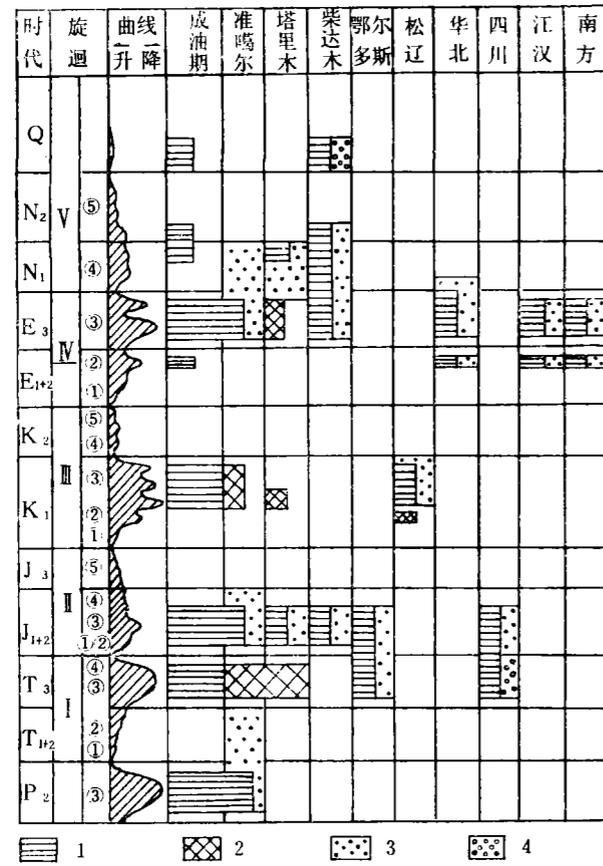


图7 中国陆相含油气盆地构造类型及其演化图

1.拗陷期 2.断陷期 3.生油期 4.可能生油期



(据范成龙 1979)

图8 中国中新世沉积旋回及生储油层位置关系图

(收稿日期: 1970.6.28)

上接82页

[13] 孙肇才 谢秋元 1980年 叠合盆地的发展特征及其含油气性——以鄂尔多斯盆地为例
石油实验地质 1980年 第1期 第13—21页

[14] 李德生 1979年 渤海湾含油气盆地的构造格局 石油勘探与开发 1979年 第二期
第1—10页

[15] 赵白 1979年 准噶尔盆地的构造地质及构造特征 同上 第18—26页

[16] 大庆油田地质处 1978年 关于松辽盆地构造发育特征的探讨 石油勘探与开发1978
年 第2期 第1—10页

[17] Thomas, L.L., 1979 Plate Tectonics in oil and Gas Exploration of
Continental Margins, Bull. AAPG, Vol. 60, No. 9, P. 1463—1501