

油气资源评价研究丛书之 1

中国含油气区 构造特征

《中国含油气区构造特征》编委会 编



石油工业出版社



前 言

石油和天然气是当代能源的重要组成部分。建国以来,我国石油工业得到了迅速发展,1978年年产油量超过一亿吨,进入世界产油大国行列。近十年来产量逐年继续稳步增长,对国民经济发展起到了重要作用。

石油和天然气工业的发展前景是人们十分关注的问题,在制定国家能源政策和编制石油、天然气工业发展规划时,主要的依据是我国油气潜在资源情况。为此,要进行我国石油、天然气资源评价工作,作出数量、质量及其分布状况的预测。目前,国外一些主要产油国都十分重视这项工作。60年代以来,美国、苏联和加拿大等国相继组织力量对本国油气资源作了多次比较系统的评价,并设专门机构负责全国油气资源预测工作。当今世界上所有大的石油公司都进行资源评价,已成为油气勘探工作中的重要程序之一。

根据我国社会主义建设对石油、天然气的需求,为保证石油工业持续稳定地发展,必须科学地制定我国中长期油气发展规划。为此,石油工业部党组决定对全国油气资源进行全面系统的评价和预测。早在30年代末到40年代初,我国一些地质学家根据地质调查资料就预测过我国的石油储量。新中国建立后,为了发展石油工业,1956年国家科委曾组织石油工业部、地质矿产部、中国科学院等单位进行“发展和开发石油和天然气资源”的研究工作。随着勘探工作的发展,石油工业部每年都要对各探区(盆地)进行资源评价,预测有利地区,并曾先后两次进行过全国油气资源评价与远景预测。地质矿产部、中国科学院等单位也进行过油气资源预测。70年代以来,由于石油有机地球化学的进展,以及计算机技术的应用,资源评价工作逐渐由定性向定量方向发展。

1981年3月石油工业部召开了全国油气资源评价研究工作会议,并将“全国油气资源评价研究”列为“六·五”期间部级重点科技攻关项目。根据石油工业部(81)油科字第396号文的要求,动员和组织了23个油田、研究院(所)的840多名科技人员,在统一的研究大纲和计划安排下,经过5年多时间,先后完成了构造、沉积、生油、资源评价方法等专题研究,以及30个地区(或盆地)(包括海域)的油气资源评价研究。1986~1987年又组织了以石油工业部石油勘探开发科学研究院为主的150多名科技人员,进行了全国油气资源评价研究的总结工作。采用统一的方法,对全国陆上与沿海大陆架内的中、新生代沉积盆地及大部分古生界分布区石油与天然气(包括煤成气)的资源量进行了预测。

这次油气资源评价工作,全面系统地总结了中国石油地质基本特点,阐述了各油气区及全国油气分布规律;采用先进的资源评价方法,对我国油气资源作了全面、系统的总结。因此,这一次资源评价工作基础研究扎实,使用方法先进,评价工作系统。其评价范围之广泛,研究程度之深入,在我国石油科技发展史上都是少见的。这些评价成果已成为编制“七·五”期间石油工业发展规划及制定2000年石油工业发展战略决策的重要依据。

重视基础研究和评价方法研究,并从专题研究入手是这次资源评价工作的特点之一。为了系统总结这次资源评价研究成果,使之更好地指导油气勘探,并为今后更深入的油气资源评价积累必要的材料,决定按构造、沉积、生油、煤成气、评价方法及油气聚集与分

布等六个专题出版“油气资源评价研究丛书”。

《中国含油气区构造特征》是“油气资源评价研究丛书”之一。本书共收集了21个单位的23篇论文。这些论文集中反映了在资源评价研究中,进行油气区(盆地)构造研究的结果,代表了目前石油系统关于构造研究的水平和发展动向。

本书由各油田、研究院(所)提供了大量研究成果。在此谨向对本书给予支持的同志们和为本书编辑和出版作出努力的华北油田表示感谢。邓开余等同志对全部稿件进行了统一校核,一并表示谢意。

“油气资源评价研究丛书”编委会

1988年2月

序

三十多年来,我国石油工业的发展是相当迅速的,原油产量的增长是令人兴奋的。自1978年原油产量突破一亿吨大关跃居世界第六位以来,又连年递增,已超过一亿三千万吨。但目前的形势是探明地质储量不足,因此寻找和扩大油气资源的任务日益迫切。在这样形势下,我们石油地质工作者面临的重大问题,是进行全国的油气资源评价,对于勘探程度高的含油气盆地、或勘探程度低的、或尚未进行勘探的沉积盆地进行科学的分析研究,评价其含油远景,为预测和发现新的油气资源指明方向。

油气资源评价是科学地进行石油地质研究,必须贯彻于盆地石油勘探之始终。在石油勘探的全部过程中,应当自始至终地把资源评价工作摆在第一位,有计划有步骤地开展新的含油气区的勘探工作,寻找新的油气田;搞好后备储量的接替,大大地增长储采比。

我们认为油气资源评价是多学科的综合研究工作,其中构造研究尤为重要。由于油气在地壳上的分布有其固有的规律和独特性,从而形成石油地质学的特点,是以沉积盆地为油气形成的基本地质构造单元。全球地壳构造运动控制了不同时期、不同动力体制的构造环境中的盆地形成机制、盆地的类型和结构;它控制了一定的沉积体系和模式、水体性质及含盐度、沉积介质条件;它控制了凹陷的发生、发展和消亡的规律;它控制了沉积物质的性质以及生油环境、生油母质的丰度;它控制了盆地构造的格局、盆地建造与改造过程中所形成的构造模式及其对于油气藏形成的规律性。这样一些学术思想和认识,对于石油地质研究不仅有其实用价值,而且还有重要的理论意义。

我国领土幅员广大,是全世界油气资源丰富的地区之一。含油气地区主要有两大领域:一为中国古地台区;一为中、新生代沉积盆地。在中国古地台区上,如塔里木地台、华北地台、扬子地台及其华南后加里东地台,广泛地发育了古生代沉积盖层。由于地台具有不稳定性,沉积厚度大,以碳酸盐岩和碎屑岩为主,广大范围内比较稳定。在地台内部或地台边缘区常发育有闭塞的拗陷地带或断陷区或拗陷槽,堆积一些过渡相的奥陶统石炭层,水动力属低能环境,沉积较厚;岩相变化大;这些拗陷的沉积环境是形成油气有利场所。中、新生代陆相沉积盆地,在我国广泛发育,以数百计,堪称世界之冠。由于古生代末期,中国大陆全部隆起,除部分环太平洋域和古特提斯海域有海相沉积外,其余广大地区为内陆断陷盆地。东部外侧(兴安岭、太行山、雪峰山以东)属拉张性盆地;东部内侧(贺兰山、龙门山、红河以东)属克拉通拗陷盆地,西部(上述界限以西)属挤压性盆地。这些盆地以湖相沉积为主;沉积范围广泛,规模巨大;为陆相石油生成提供了雄厚的物质基础。中国含油气构造研究工作的这些进展,对探讨地壳演化及构造与油气形成的关系,对于今后石油地质研究会起到促进作用,并将进一步获得新的进展。

在资源评价的构造地质研究中,各研究单位和各油田的同志,从自己的研究范围、资料的积累和学术观点,经过一番努力,求同存异,各抒己见,编著了符合当前理论水平和实际资料的论文,这一论文集的编辑出版,将有助于我们今后油气勘探工作的实践和研究。

田在艺

1988年2月

册

目 录

中国地壳构造发展与油气分布规律	田在艺 石宝珩 (1)
中国大陆板块构造与含油气盆地	张恺
高明远 姚慧君 王利利 许维新 杨福忠 (20)	
东北含油气区大地构造及远景预测	郭成铠 刘俊 (35)
松辽盆地构造特征及其与油气关系	杨继良 史若珩 王大赉 (47)
华北第三纪断陷构造特征与分类	杨祖序 (64)
下辽河断陷含油气构造特征	于天欣 (79)
黄骅断陷构造特征与油气藏分布规律	李志文 (93)
冀中坳陷中新生代构造演化及其石油地质意义	吴继龙 卢学祺 侯承信 (105)
东濮凹陷形成演化及油气远景	赵春元 (116)
济阳坳陷构造特征及油气勘探	任安身 杜公瑾 (128)
南华北盆地构造演化与天然气资源	周兴熙 (139)
苏北盆地的演化特征和油气	黄宪智 (152)
南襄盆地构造发育特征	刘来民 王定一
车自成 张树田 葛作文 魏铁军 (163)	
江汉盆地构造及其对油气的控制作用	潘国恩 朱振东 (175)
浙西南南台褶皱地质构造及其演化	徐克定 (188)
陕甘宁盆地构造特征及油气勘探	郭忠铭 (200)
四川盆地含油气构造特征及评价	张仲武 (211)
滇黔桂地区石油地质构造特征	赵志东 (229)
十万大山盆地构造特征探讨	李载沃 (242)
云南楚雄盆地构造演化及油气评价	王金山 杜成辉 (250)
柴达木盆地石油地质构造及含油气前景	顾树松 狄恒超 李建青 (257)
准噶尔盆地构造演化与找油领域探讨	张国俊 梁庆福 (267)
塔里木盆地构造特征及含油远景	柴桂林 (274)
The Symposium on Structural Features of Oil and Gas Bearing Areas in	
China—Preface	(295)
Contents	(297)
Abstracts	(298)

中国地壳构造发展与油气分布规律

田在艺

(石油工业部石油勘探开发科学研究院)

石宝珩

(石油工业部科学技术司)

摘要 沉积盆地是油气形成的基本地质构造单元,盆地形成和发展与所处的大地构造位置有关;地壳构造演化控制了盆地油气的形成和分布。中国地壳构造发展可以分为四个阶段,形成不同类型的盆地和不同的成油条件。距今1900百万年以前是许多深变质的陆核地体;距今1900~距今850百万年,彼此联合形成稳定地块,在某些地区还有成油条件;到古生代末或中生代初,联合成为中国大陆,在稳定地区形成了海相含油气盆地;在中新生代,中国大陆内部发生板内断陷,形成挤压性内陆盆地,或差异沉降盆地,或近海大陆裂谷盆地,或弧后盆地。这样不同的地壳演化过程决定了油气生成、演化、运移和聚集具有其本身独特的分布规律。

南

众所周知,石油与天然气在地壳表层的岩层中广泛分布,其富集是在地壳构造发展的全过程中需要具备一定的石油地质条件才能形成一定规模的油气藏或油气田。因此油气田的勘探要以地质研究为基础,研究古构造、古地理和古沉积环境,并且要把一个沉积盆地作为整体进行研究。在研究古海陆分布变迁、原生沉积盆地的建造和改造以及生物物质沉积建造的同时,研究地壳构造发展对油气的演化、运移、聚集和保存的作用及其相互有机联系的条件。

在地质历史发展的长河里,地壳的构造分异所形成的地表构造格局和构造单元的相对位置是不断变化的,即不同地区的发展过程有其各自的发展历史,其特性互有差别。不同时期的地质体的特点受构造轮廓格局和沉积古地理的控制,有其时间上和空间上的规律性和独特性。我国地质历史的发展,在距今1900百万年以前,是许许多多的深变质的陆核地体。在古生代以前为一些彼此联合而形成几个分隔的古老地体(曾与王鸿祯讨论)。到古生代末或中生代初,在地台和地槽对立发展过程中,由于古老地体相对移动或陆壳增生,发生对接,彼此联合成为一个古陆。在这个古陆或古板块形成的阶段,形成了海相原生的古老含油气盆地。在中新生代时期,由于大陆板块运动的相互影响以及板块内部发生差异升降,解体分块,形成不同类型的陆相挤压性内陆盆地或差异沉降盆地或近海大陆裂谷盆地。这些盆地叠加在古陆之上或前中生代古老构造上。这样一个地壳演化发展过程,决定了我国石油生成、演化、运移和聚集具有自己独特的规律性。

一、基本观点^①

(一) 沉积盆地是油气形成的基本地质构造单元

地壳历史上烃类物质的活动有其固有的规律和独特性,从生成、演化、运移、聚集和保存都是受沉积盆地地质构造演化的控制,即它的一切活动,从发生、发展到油气藏形成的全过程都是离不开盆地这样一个整体。

沉积盆地开始总是被水域占据的一个拗陷地区或断陷地带,以负向运动占绝对优势,形成接受沉积物质的盆地。在持续下沉沉降作用过程中,水体不断加深,盆地逐渐扩大,具有封闭的水体环境,产生还原性的水化学介质,在潮湿或半潮湿性气候环境下,生物繁殖,有机质丰富,生油母质有一定数量。在这种水盆的环境里,暗色泥质岩是主要沉积物,原始有机物质能完好地保存下来,这是油源岩的物质基础。

在漫长的地质年代里,生油的有机物质与形成沉积岩的碎屑物质一起不断堆积在下沉的拗陷地区,形成巨厚的沉积岩。在物质堆积过程中,由于地壳震荡运动、水动力作用以及物源的供给条件,在沉积旋回上具有粗—细—粗的多个旋回,因而产生生油层—储油层—盖油层的配套条件,在这样沉积作用条件下,使得油气在运移过程中有了聚集的场所。在一个含油气盆地内,有多套生油层和多套储集层相间的沉积特征,造成该含油气盆地具有多个排液组合特点。不同排液组合因内部生油岩的性质、埋藏深度、储集层的好坏及生、储、盖的配合情况不同,形成的油气聚集显示出很大的差异。排液组合的厚度大、泥岩孔隙度变化大、孔隙流体压力差大的排液组合排出的流体多,有利于形成原生的油气聚集。

在盆地下沉接受沉积的过程中,若经过地壳变动产生褶皱、隆起与断裂,在地层压实与地壳构造变动过程中,使沉积物产生一定的压力和温度,不断进行着物质转化及其油气运移有关的变化,这时一部分稳定物质完全固结成岩,一部分活动性的液体与气体,则在沉积岩中游移,运移的方向是从盆地凹陷深处压力最大的地区向凹陷四周压力小的地带进行的,使油气聚集到具有一定的构造、岩性和地层圈闭条件的地方,形成各种不同类型的油气藏。这些油气藏,根据不同盆地的地壳演化和构造样式,在盆地的纵向剖面和平面上位置上具有一定的分布规律。

总观上述,油气物质从沉积到聚集的地质构造演化和物理化学变化都是在沉积盆地建造过程和改造过程中进行的,因此,沉积盆地是油气形成的基本地质构造单元。

(二) 沉积盆地与沉积物类型及其组合的分析

是研究含油气盆地的关键性问题

我们对含油气盆地的分析,首先研究盆地内的充填物是海相的还是陆相的或过渡相的,是稳定类型沉积还是过渡型的或活动类型的沉积。由于沉积作用取决于地壳变动的上升或沉降,所以每一个盆地及其充填物都是构造运动的结果,因而应该与某种构造模式或构造背景有关。

① 田在艺、刘国壁,“中国含油气区构造与油气分布规律”,1986年。

例如我国古生代几个地台类型的沉积是大陆陆表海、陆棚海相稳定类型的沉积,是多以碳酸盐岩为主的沉积组合,或陆棚滨浅海碎屑岩或泥质岩组合,含有丰富的有机物质具有成油条件。而在一些边缘海、岛弧海地带,属于活动类型沉积,为深海碎屑泥质复理石沉积组合,或含火山物质碎屑泥质沉积组合,或中基性、中酸性、基性火山喷发沉积组合,褶皱变动剧烈,无油气形成的地质条件。

又如我国大陆内部的陆相沉积盆地,是一些河湖相砂泥质沉积组合,属稳定类型沉积。而渤海盆地为拉张裂谷型,属陆相过渡类型沉积。由于箕状断陷,油气富集总是靠近物源丰富方向的深凹陷一侧,而缺少物源的平缓斜坡地带一侧,富集程度则是较差的。这是由于凹陷构造发育的差异,从而控制了沉积相模式在时间上分布的不对称性。陡坡一侧相带窄,洪积扇与三角洲重叠,并直接与深水湖相相接,又常出现洪水浊流沉积。由于冲积平原不发育,一般在河口附近堆积的三角洲砂体是不大的,在强大的洪水作用下,冲积扇直接进入湖,携带粗粒碎屑物质,密度高,多为湖底搬运的浊流性质的沉积砂体。在深凹陷区,分布有滑塌浊积岩,其特点是深水泥岩夹块状砂岩。在缓坡一侧,因地形平缓,相带较宽,为洪积相、河流相、三角洲相、滨浅湖相的发育体系,由于坡度缓、水域浅而广、陆源碎屑供应不足,多形成生物礁、生物灰岩和鲕状灰岩滩坝沉积。

总之,研究含油气盆地必须分析供给物与盆地沉降的比率,以了解盆地内的水体深度及水动力作用,了解沉积盆地填充物的沉积环境的种类和性质,用以对不同沉积环境下形成沉积物的特征、分布规律及形成机理进一步研究,以建立不同的沉积环境模式,有助于在勘探油气的过程中,提高寻找大油气田的机遇率。

(三) 地壳运动和地质构造演化控制了盆地的形成及其含油性

从地壳发展过程分析,距今1900百万年以前(华北区)或距今850百万年以前(塔里木及扬子区)深变质的结晶基岩是无油气形成的领域。从震旦纪到古生代末或早中三叠世(中国南区)在地台型陆表海、陆棚海稳定盖层沉积环境条件下,海生生物大量繁殖,礁体和介壳滩也逐渐由小型发展到大型。到晚古生代,陆生植物的大量繁盛,给油气的形成提供了有利条件,尤其是地台边缘处于活动陆棚的过渡带,或地台内部的拗陷地区接受了很厚的沉积,沉积界面常在浪基面以下,水体能量弱,处于还原环境,沉积以暗色泥质岩为主,生物发育,有机质丰富,具备油气的生成条件。

印支运动以后的中生代时期,中国大陆隆起,地幔柱上升,造成板块内部解体,陆相沉积的后生叠加盆地形成不同类型的断陷-拗陷、山前拗陷以及山间盆地等含油气盆地。但从地质历史上分析,中下三叠世、上侏罗世、白垩纪(北部地区除外)、晚第三纪多为干旱气候的红色砂泥岩建造,无油气大量形成的地质条件。而上三叠统、中下侏罗统、下第三系是潮湿或半潮湿气候下的暗色砂泥岩成油、成煤建造,具有油气形成的潜力。总之,应从地质历史观点进行时空方面的具体分析,研究盆地的含油性。

(四) 含油气盆地的形成及其发展

与所处的大地构造位置和地壳的动力环境有密切关系

在漫长的地质历史发展过程中,组成地壳的板块按照固有的规律在不断运动。在任何地质时期,从全球地质构造出发,总是有不同类型的稳定区和不同类型的活动带,例如大

陆克拉通具稳定的陆壳性质,大陆边缘活动带、大陆裂谷带、陆内断陷带、陆间地槽带等具过渡地壳或活动洋壳性质。这些岩石圈不同板块之间的会聚带或裂陷带都是成矿作用最活跃的地带,在油气的形成方面也是较为有利的地区。

一种含油气盆地最早发生下陷是由于板块运动的消减带造成的板块弯曲或前缘拗陷,同时也可能由于沉积负荷而使盆地地下陷动力加大,拗陷加深,这种动力环境是在板块的聚敛动力作用或造山的压性构造作用下造成的。另一种沉积盆地形成的机制是由于地壳上隆地幔柱上升,经过隆起阶段、伸展阶段、扩张和沉降阶段,使地壳变薄,发生裂谷的负向运动,随后在漫长的地质历程中,沉积负荷也会使地壳变曲下陷加大,这种动力环境是在离散的方式下以张性构造为主造成的。

总之,含油气沉积盆地的形成和发展是与所处的大地构造位置和地壳动力环境密切相关的。因此,在研究各个地质时期沉积盆地时,必须弄清该时期的地壳性质是大陆型或大洋型、还是过渡型,这是很重要的一个地质问题。

二、中国地壳构造发展

王鸿祯(1985)将中国地壳历史阶段划分为四个大阶段(表1):陆核形成阶段(早元古代末,修改)、地台形成阶段(晋宁运动末)、联合大陆形成阶段(印支运动末)以及印支运动期后的联合大陆解体阶段。其中早元古代是陆核形成的晚期阶段,具有岩浆岩与陆源水成岩的混合物,是一个复杂的古褶皱地质体。晚元古代过渡到稳定发展的古生代,具有类盖层的沉积类型。二叠纪至三叠纪时期,为具有海陆转变过程和形成不同类型盆地的过渡阶段。

太古代时期,主要是小型陆核的凝结和汇聚,只有小规模的碰撞和塑性剪切带。吕梁运动以后初步形成较大的稳定陆核,可能在陆核边缘出现碰撞的褶皱带,在陆核内部或边缘发生裂陷槽。晋宁运动期间,大型地块进一步固化,块体之间在联合的过程中,可能发生对接碰撞。晋宁运动以后到印支运动,主要是大陆边缘出现边缘裂陷、岛弧、边缘海等复杂的地质体,以及叠接、对接(王鸿祯,1985)地质事件,使大陆逐渐走上联合。这些地质过程的地质作用,随着时间的变化,其发生方式不同,构造样式也有着巨大的变化。总的发展趋势是构造形变从塑性向脆性发展,同时使大陆岩石圈相应增厚和刚性相对增强。印支期后,板块运动体制明显,在大陆内部发生不同规模、不同级次和不同类型的各种断陷型、拗陷型沉积盆地,都具有十分重要的沉积矿产与能源矿藏。

(一) 前吕梁构造发展的格局

据姜春潮(1986)、杨华(1983)、蔡学林(1986)等对中朝地台、塔里木地台和中国南部前寒武纪地壳的研究资料,太古代的岩石曾经是广泛分布的。在华北构造区中出露的太古代深变质的片麻岩和麻粒岩,由宁夏沿北纬 $40^{\circ}\sim 42^{\circ}$ 线向东至吉林转向东南延入朝鲜北部,这一古老的结晶基底,即古陆核区。它的分布范围可能比现在出露的还要更大些,包括胶东群、霍丘群、宽甸群、阜平群、太华群、界河口群和涑水群以及钠质花岗岩的分布。在陆核形成阶段后期,其周围广泛发育有早元古代深变质的优地槽相的火山沉积建造和冒地槽相的复理石建造。在塔里木地块区混合岩化的花岗岩片麻岩达格拉格布拉克

表 1 中国地壳构造阶段划分

地质年代		年龄, 百万年	构造阶段及构造运动	
新生代	第四纪	1.5 ± 0.5	联合 古陆	晚喜山运动
	晚第三纪	25 ± 2		早喜山运动
	早第三纪	67 ± 3		晚燕山运动
中生代	白垩纪	137 ± 5		中燕山运动
	侏罗纪	195 ± 5		早燕山运动
	三叠纪	230 ± 10		晚印支运动
晚古生代	二叠纪	280 ± 10	联合成 古陆	早印支运动
	石炭纪	350 ± 10		晚海西运动
	泥盆纪	400 ± 10		早海西运动
早古生代	志留纪	440 ± 10		晚加里东运动
	奥陶纪	500 ± 10		中加里东运动
	寒武纪	540 ± 10		早加里东运动
晚元古代	震旦纪	850 ± 50		兴凯运动
中元古代	青白口期	1000 ± 100	地台形 成	澄江运动
	蓟县期	1400		晋宁运动
	南口期	1700		四堡运动
	长城期	1900 ± 50		
早元古代	溱沱湖	2300 ± 50	陆核形 成	中岳运动
	五台湖	2500 ± 100		吕梁运动
	阜平期	3100		五台运动
太古代	迁西期	3800		阜平运动
冥古代				

群分布于库鲁克塔格和铁克里克一带,其上被中深变质的早元古代兴地塔格群不整合所覆盖。在面积广袤的中国南方,太古代的康定杂岩、哀牢山群和大别群的岩石主要由基性火山熔岩组成,变质较深,混合岩化和花岗岩化,形成一系列大型片麻岩穹隆和混合岩穹隆的构造组合。在古陆的边缘,早元古代可能有原地槽的强烈下陷发生,堆积了典型的原优地槽沉积的细碧角斑岩建造、碎屑岩建造和复理石建造,火山岩中低钠、富钾、高钛,属洋壳型火山岩。

从上述的总体事实来看,我们认为当时地壳处于混熔状态,无明显的大地构造分异,只是在其发展过程中,由地球本身的原始物质随着地壳热流值的降低先后形成大小不一的固化地体,或称微型古陆核,如内蒙古陆核、冀鲁古陆核、胶东古陆核、大别山古陆核、阜平古陆核、太华古陆核、中条古陆核、库鲁克塔格古陆核、塔南古陆核、川中古陆核、康滇古陆核、哀牢山古陆核等。以古陆核为生长点,在其边缘地带发育的原地槽沉降地带形成优地槽或暂地槽的沉积建造,经地壳变动而合并到小型陆核周围,使古陆核的雏形逐渐扩大(图1);

或一些小陆核随着不同程度的相对位移和转动,互相碰撞拼合。当时,华北合为一个古陆核,塔里木合为一个古陆核,川中古陆核向东扩大,康滇古陆核也有扩大,但范围较小,同时武当山(银洞沟组)、华夏(陈蔡群、建瓯群)、兰州、西宁、柴达木(化隆群、湟源群)等地区发育有新的陆核(图1)。由于地壳表面温度高,地壳厚度很薄,地壳结构分异不明显,它们之间的聚集的幅度也是有限的,其地壳动力作用和构造体制不能以现代板块构造的运动来衡量,其所发生的陆核地体之间的对接碰撞,有待进一步研究。

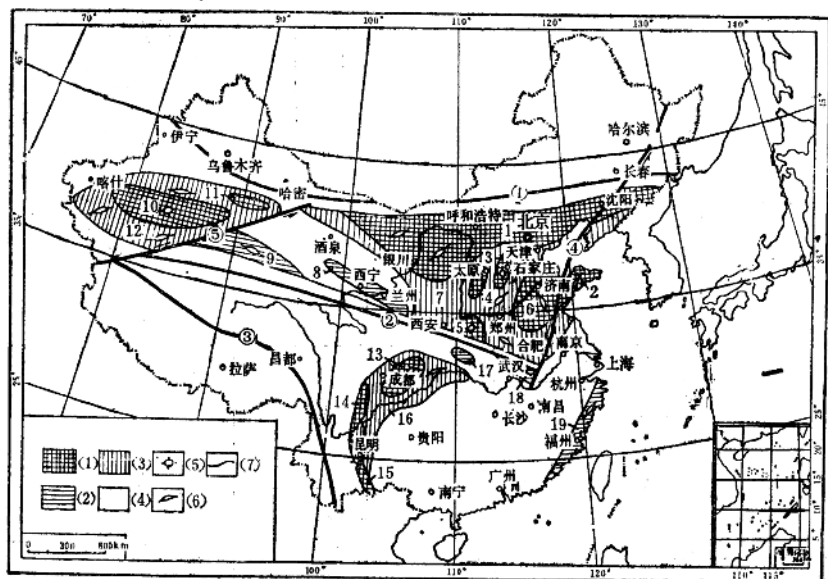


图1 中国吕梁期古构造略图

- (1) 一太古代固结的陆核; (2) 一早元古代固结的陆核; (3) 一吕梁期末的固结区; (4) 一原始活动区; (5) 一片麻岩、混合岩穹隆; (6) 一褶皱轴迹; (7) 一陆壳范围界限; ① 艾比湖-贺根山地壳对接消减带; ② 一修沟-玛沁-丹凤-桐城地壳对接消减带; ③ 一班公湖-临沧地壳对接消减带; ④ 一郯庐平移断裂带; ⑤ 一阿尔金山平移断裂带
- 1—内蒙陆核; 2—胶东陆核; 3—阜平陆核; 4—中条陆核; 5—太华陆核; 6—冀鲁陆核; 7—华北联合陆核; 8—兰州-西宁陆核; 9—柴达木陆核; 10—塔南陆核; 11—库鲁克塔格陆核; 12—塔里木联合陆核; 13—川中陆核; 14—康滇陆核; 15—哀牢山陆核; 16—上扬子联合陆核; 17—武当山陆核; 18—大别山陆核; 19—华夏陆核

(二) 晋宁构造发展的格局

晋宁构造阶段是中国地壳历史上最重要的一个时期,具有划时代意义。经过这一阶段,中国大部分地区在吕梁运动地壳硬化的基础上,进一步使原地槽褶皱回返、拼合硬化和逐渐加厚,最终形成古中国地台。在古中国地台上,形成我国最古老的第一个成油成气的沉积盆地。这一时期的大地构造分异明显,如在古大陆内部发育有明显的裂陷带,在原地块的周边优地槽或冒地槽带发育有褶皱带拼合在地块上,有的仅仅扩大陆块,有的陆块与陆块合并。在广袤的洋壳海域中,还发育有规模不等的中间地块隆起,具过渡性地壳,

活动性较强。

1. 华北-塔里木地区 华北地块发育到中上元古代则进入到一个新的时期,同吕梁构造阶段的大地构造环境相比,有很大的不同,即在太古界结晶基底和下元古界褶皱基底上,发育了中元古界几个明显的坳拉槽,在北部古陆边缘隆起内侧有燕山坳拉槽,外侧有白云鄂博坳拉槽,在南部有豫陕到山西的吕梁汉高坳拉槽,在西部有由陕甘到贺兰山的坳拉槽。这些裂陷带在布格重力异常特征和航磁异常结构上都有明显的反映,地壳厚度变化在36~42公里,都有陡变梯度带(姜春潮,1986)。带内沉积物巨厚,似属盖层性质。例如燕山坳拉槽地层厚度近万米,与周围相比差异很大,实质上受边缘断裂控制,一方面持续沉降,一方面补偿填充,并出现陆表海的环境,沉积物以碳酸盐岩和砂泥质为主,也有中基性岩浆喷溢。生油有机物质丰富,具有成油的石油地质条件。南部豫陕-吕梁汉高坳拉槽为陆相碎屑堆积及中基性碱性岩浆喷溢,陕甘-贺兰山坳拉槽在海原以南属秦岭-祁连海槽,为优地槽沉积相,自海原向北到贺兰山一带,裂隙强度小,南宽北窄,南深北浅,岩石为海相碎屑岩及碳酸盐岩建造,属稳定类型沉积,有生油母质存在,可作为找油气的对象。到中元古代末期,中期地块全部抬升,晚元古代青白口群分布局限,厚度不大,到震旦纪时,全区只有南缘和东部继续接受沉积,唯东部下陷较深。从上述情况来看,作为一个古陆块的中期整体应是距今850百万年的晋宁运动后最终完成。

华北古陆与扬子古陆之间的秦岭原地槽,早期强烈下陷,具原优地槽特征,晚期逐渐回返,具原冒地槽特征。晋宁运动具有洋壳俯冲带,使该区再度普遍褶皱回返,将华北地块与扬子地块镶嵌起来,成为中国古地台的一部分。该区元古代地层褶皱复杂,区域变质较深,并有中酸性岩浆侵入。兴凯运动期,中国古地台解体,该区沿北西西方向再次发生裂陷作用,成为再生地槽发展阶段。

柴达木中间地块与兰州西宁隆起以及中祁连地块都是华北陆块以南的前震旦系发育区,与塔里木地块和阿拉善陆块的发育完全相似,其最古的基底可能是下元古界的湟源群,其上的中上元古界都是似盖层性质(冰沟群),说明在晋宁运动期后,该区连成一体,属中国古陆的组成部分。

塔里木稳定地块区的中上元古界主要为海相碳酸盐岩和碎屑岩,分布在库鲁克塔格、铁克里克、中天山和伊宁地块。据地震资料,该层可以追索到盆地内部,说明塔里木地块在晋宁运动期后,实际范围比现在大得多,可以包括到中天山和伊宁地块,中天山以北和铁克里克以南可能是洋壳海域。

2. 扬子地区 扬子地台的古老陆核是川中古陆核,在吕梁运动中,由四川陆核沿北缘即与武当山地块和大别山地块相连,向西南即与康滇地块相接(蔡学林等,1986)。从中元古代起,即具相对稳定的冒地槽沉积特征,当地槽封闭时,没有发生大规模的褶皱作用,震旦系与板溪群在北部为微弱角度不整合,在南部为平行不整合。板溪群及其它相当岩系褶皱开阔平缓,多呈北东向或北东东向延伸。地台西部康滇地区有两期岛弧沉积组合,一期在距今1700百万年,一期在距今1000百万年,基底固结程度差,变质程度低,岩浆侵入和喷出活动微弱,在晋宁阶段褶皱固结过程中,使地台向西扩张。在地台的东南侧与华南古大洋相接,有岛弧沉积组合的蛇绿岩套,一期在距今1000百万年,一期在距今800百万年,在晋宁运动期后,使川中古陆核向东南方向增生,其范围达到下扬子地区,可能越过黄海与朝鲜中南部相连接。

3. 华南地区 在华南地区普遍有楼子棋群和神山群, 以砂页岩建造为主, 局部有硅质岩建造, 为冒地槽沉积特征, 经褶皱回返变质, 酸性和中酸性岩浆侵入, 从而在建瓯群、陈蔡群褶皱变质基础上构成华夏地块的一部分, 是华夏古老地体继续向西北方向增生的结果。并沿绍山-江山大断裂与扬子古老地块发生对接 (蔡学林等, 1986)。又在华南古大洋的南部见有云开等古老隆起, 可能是洋壳上新生的初始岛弧或水下隆起, 属活动地块类型。

4. 西藏地区 在西藏北部的羌塘地块, 见有变质的玛依岗群, 同位素年龄约 1200 百万年 (蔡学林等, 1986), 其上覆有稳定型沉积的志留系和泥盆系, 这是古特提斯洋区的一个中间地块。同样, 在中亚蒙古的古大洋中, 也在洋壳的基础上发育有活动性的中间地块, 如准噶尔地块、佳木斯地块和依勒呼里地块等。在羌塘地块以南, 自班公湖至怒江有一个浩瀚的洋壳海域, 分隔了冈底斯地块、喜马拉雅地块与羌塘地块, 前有属冈瓦那大陆的北缘, 当时两者尚属一个整体, 在喜马拉雅北麓的变质岩, 其同位素年龄数据为 1200 百万年 (蔡学林等, 1986), 推测其形成的时间在晋宁运动前期 (图 2)。

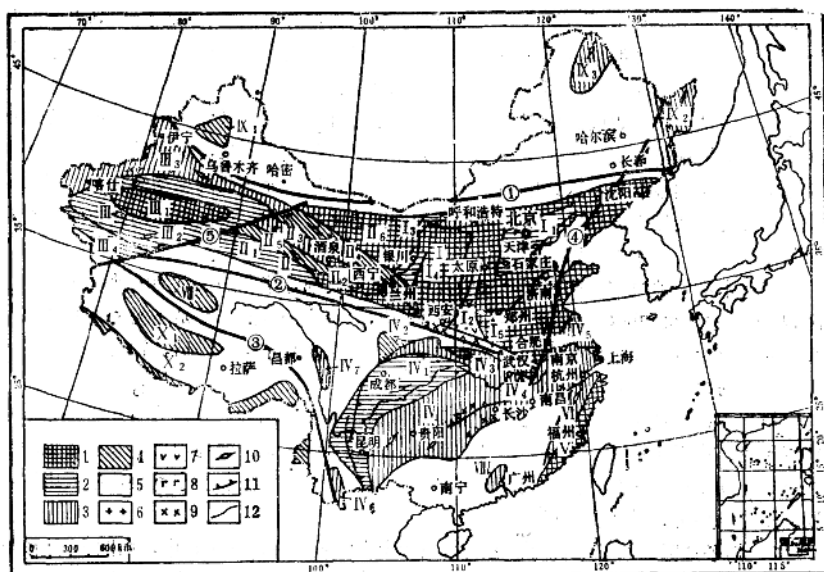


图 2 中国晋宁期古构造略图

1—吕梁期固结陆核隆起; 2—吕梁期固结陆核的下陷沉积区; 3—中元古代固结区; 4—晚元古代固结区; 5—原始活动区; 6—花岗岩; 7—中性喷发岩; 8—基性喷发岩; 9—蛇纹岩及岛弧火山岩; 10—褶皱轴迹; 11—洋壳俯冲带; 12—陆壳范围界限; ①—文比湖-贺根山-地壳对接消减带; ②—海沟-玛沁-丹凤-铜城地壳对接消减带; ③—班公湖-临沧地壳对接消减带; ④—祁连山-祁连山断裂带; ⑤—阿尔金山-祁连山断裂带; I—华北陆块; I₁—燕山拗拉槽; I₂—豫陕-吕梁高拗拉槽; I₃—白云鄂博拗拉槽; I₄—贺兰山拗拉槽; I₅—东秦岭隆起; II—柴达木-阿拉善陆块; II₁—柴达木沉积区; II₂—兰州-西宁陆块; II₃—祁连山陆块; II₄—北祁连山隆起; II₅—南祁连山隆起; II₆—阿拉善地块; III—塔里木陆块; III₁—塔南陆块; III₂—塔里木沉积区; III₃—伊宁-中天山地块; III₄—昆仑山地块; IV—扬子陆块; IV₁—扬子沉积区; IV₂—松潘地块; IV₃—武当山陆块; IV₄—大别山陆块; IV₅—下扬子陆块; IV₆—临沧地块; IV₇—巴塘地块; V—华夏陆块; VI—武夷山隆起; VII—云开隆起; VIII—羌塘地块; IX—天山-兴安区; IX₁—准噶尔地块; IX₂—佳木斯隆起; IX₃—伊勒呼里隆起; X—西藏区; X₁—冈底斯地块; X₂—喜马拉雅地块

(三) 古生代构造发展的格局

晋宁运动在中国地壳发展中是一个划时代的地质事件。自此以后,合并起来的各个地台进入到相对稳定的发展阶段,而地台与地台之间又是活动的地槽地带,所以是一个地台和地槽对立发展时期。在地台的边缘区,即与地槽之间的过渡带,由于地壳的活动性,易于断陷或褶皱隆起,形成复杂的岛弧群或裂陷带。褶皱隆起形成陆地,与地台拼贴,使地台不断增生扩大,即所谓大陆增生,按王鸿祯的说法(1985),最后以对接或叠接的方式碰撞在一起,海水全部退出,则形成联合大陆。裂陷带的发育,在程度上是不完全相同的。有的断陷深度大,断至洋壳,沉积类型为优地槽型并有基性超基性岩类或蛇绿岩套;有的断陷深度小,沉积类型为冒地槽型。在地台内部由于差异升降运动不同,地形起伏也是比较明显的,在沉积上的分异也是差别很大的。

早古生代时期是地台和地槽对立发展的初期阶段,地台内部广泛遭到海侵,地台两侧边缘有岛弧和俯冲,形成加里东褶皱带,或发生张裂断陷,形成海槽。晚古生代时期是由海向陆转化,尽管不同地质时期有强烈的拉张活动,台内有拗陷及断陷,并有拗拉槽楔入,台缘常形成槽台相间的构造格局,并伴有中酸性、中基性或基性热液事件。但在海西运动之末或印支运动之初,中国各个大陆地块之间都拼合对接,形成统一的中国古大陆体。

1. 加里东构造发展的格局

(1) 华北地台及其北区 华北地台在震旦纪时,中部稳定区高出海面,在东部胶辽徐淮区强烈下陷,接受了很厚的沉积,尤以太子河-浑江海盆、辽南海盆和徐州-淮南海盆为甚。在地台南缘的豫西、陕南、贺兰山、龙首山等地区,局部有震旦系下部沉积,其上普遍分布。早寒武世华北地台整体抬升,为古陆剥蚀区,到中寒武世,自南而北海侵,才普遍为陆表海所覆盖。从早奥陶世后,可能力源来自秦岭海槽的俯冲挤压而逐渐抬升(王鸿祯,1985),整个时期地台都是陆表海和稳定的碳酸盐浅海沉积,是生油的有利环境。中奥陶世开始至中石炭世,地台上升成陆,为剥蚀时期。鄂尔多斯西缘拗陷与祁连活动海槽区相连,在平凉、乌达一带不仅有中奥陶统的笔石相,还有上奥陶统的壳相沉积,拗陷的西界受阿拉善地块隆起限制,属拗拉槽性质,有成油的地质条件。

华北地台南侧,在加里东时期,北秦岭中部隆起,南带拗陷为优地槽性质,北带拗陷为冒地槽性质。主要由寒武奥陶系组成,往北与华北地台呈过渡关系,褶皱强烈,普遍变质,形成一系列东西向褶皱与断裂,沿丹凤、商县、沙沟街一线断裂俯冲带出现典型的蛇绿岩套,其南侧为泥盆系复理石沉积,岩屑来自北方,可能直接沉积于洋壳之上。这个加里东褶皱带往西北方向可能与北祁连山褶皱带相连。

在华北地台北缘区,即阴山之北,向东往温都尔庙直至吉林东部的桦甸、安图一带,分布着变质的海相火山沉积岩系温都尔庙群和呼兰群,似属加里东褶皱带。再向北即是索伦山-西拉木伦河对接带(王鸿祯,1985)。黑龙江西北部以得尔布干深断裂为界的以西地区,由上元古界、震旦寒武系组成的变质岩系称佳疙瘩群,属于西伯利亚古陆南侧弧形陆缘区。

阿拉善地块与柴达木地块之间由北祁连海槽、中祁连隆起和南祁连海槽组成,呈狭长条带状向北西-南东东伸展,是古中国大陆内部的张裂断陷海槽,经填充褶皱,为加里东期地槽褶皱带。自中寒武世起,地壳拉张断陷,南北祁连两个海槽强烈拗陷,其中发育了

复杂的沉积火山岩系,有中基性—中酸性火山岩建造、硅质岩建造和复理石建造。寒武系、奥陶系是沉积旋回的早期,也是地槽裂陷阶段的产物,志留系为沉积旋回晚期、是地槽上升阶段的产物。北祁连地槽在香山以北为冒地槽,以南泥盆山黑炭沟一带有蛇绿岩套发育,为优地槽区,向东南延伸与北秦岭的沙沟街—丹凤蛇绿岩带相连。南祁连地槽在柴达木北缘盐池湾、阿斯礼一带的狭长深海槽带有奥陶系志留系洋壳沉积组合。志留纪后期最终褶皱升起,出现泥盆系雪山群等磨拉石堆积。柴达木地块南缘有下古生界一套变质的火山—沉积岩系纳赤台群,其南为修沟—玛沁地壳消减对接带(王鸿祯,1985),当时为广阔的洋壳海域。

(2) 塔里木地台及其北区 中天山隆起、伊宁和特克斯地区的中上元古界及早寒武世地层与塔里木地块可以对比,因此被认为原来连在一起,是中国古地台的一部分。在寒武纪以后,南天山形成裂陷海槽,使伊宁、特克斯被隔离为中间地块,塔里木保持稳定的构造性质,具有地台的特征。下古生界以碳酸盐沉积为主,夹有碎屑岩,沉积巨厚,东厚西薄,有油气勘探的潜力。南天山则强烈活动,自奥陶纪至晚古生代均为地槽发育期,以碳酸盐岩复理石建造为主,无强烈的火山活动,属冒地槽性质。中天山隆起北缘的西端也发育有狭窄的加里东褶皱带。再向北即为北天山褶皱带。更北在额尔齐斯河深断裂以北为加里东时期的阿尔泰褶皱带,属西伯利亚古陆的南侧陆缘区。

(3) 扬子地台及西藏区 扬子地台自震旦纪开始,进入到相对稳定的地台发展阶段,但由于升降动力,地台内部的差异升降逐渐加强。震旦纪时,滇东、浙西、鄂黔、下扬子及大巴山台缘带都是当时的拗陷区,地层发育齐全,而且厚度大,江南台背斜除九岭地区高出海面外,其余各地都较强烈沉降,接受过渡类型沉积。在早古生代时期,一般来讲,地台西部为陆表浅海,地台东部大部为边缘海。寒武纪时,在川南黔西形成较深拗陷的蒸发成盐海盆。奥陶纪时多为浅滩和半隔绝的海盆,在浙西地区则形成复理石沉积,属活动的边缘拗拉槽海盆。早志留世形成大型拗陷的滞流海盆,类似于边缘海。自中志留世后,除黔南滇东外,地台整体抬升。

据王鸿祯意见(1985),扬子地台以西的松潘地块、临沧地块以及金川、巴塘下古生界稳定型地层、昌宁—班洪下古生界弧形变质带等代表地台西南缘破碎西移的地块。变质带以西的保山稳定型沉积和腾冲的下古生界猛红群均与缅甸的掸邦地块相连。沿此变质带是扬子地台与印度地块的地壳消减带。在此带以东临沧地块、松潘地块、巴塘地带均属扬子地台,可能与羌塘地块处于同一构造区。在此带以西,掸邦地块、保山地块、腾冲地块、波密地块、申札地块和喜马拉雅地块均属印度板块的北缘,是冈瓦那大陆北侧陆缘区的破碎漂离地块。

(4) 华南区 在早古生代时期,江南隆起与云开—诸广隆起之间是湘桂边缘海,震旦纪到寒武纪是非补偿的沉积环境,奥陶纪至早志留世迅速充填,褶皱上升。以东的武夷隆起分隔的赣湘海槽和闽粤海槽以碎屑岩复理石、类复理石沉积为主,属补偿性沉积环境,早志留世后陆续褶皱上升,形成复杂的褶皱断裂,沿断裂有加里东期混合岩、花岗岩,并有基性岩喷溢(图3)。

2. 海西印支构造发展的格局 在中国地壳构造发展中,秦岭以南的广大地区中下三叠统常与二叠系连续沉积,均为海相沉积环境,两者不易区分,秦岭以北地区,三叠系转为陆相沉积,甚至二叠系已转为陆相或以陆相为主的海陆交互相,但其沉积构造环境仍继

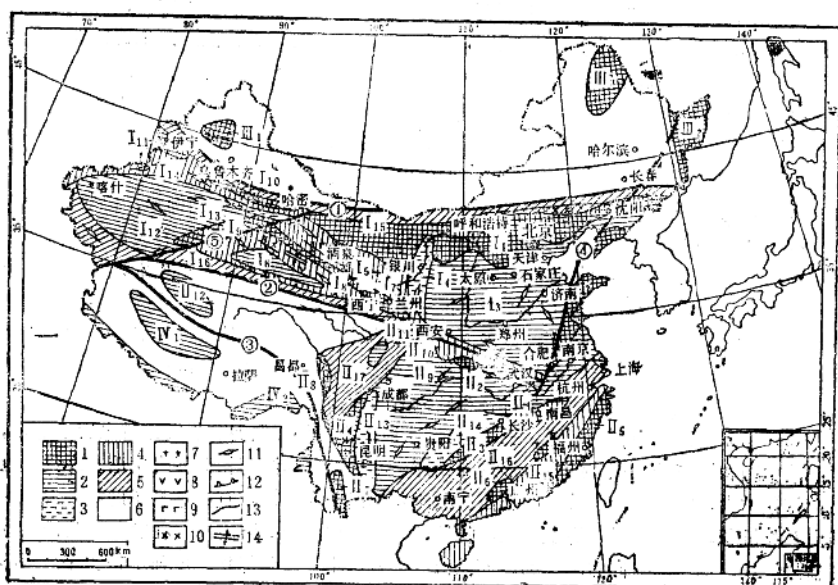


图 3 中国加里东期古构造略图

1—裂蚀区；2—陆表海沉积区；3—强烈下陷沉积区；4—海槽沉积区；5—边缘沉积区；6—原始活动区；7—花岗岩；8—中性喷发岩；9—基性喷发岩；10—蛇绿岩及岛弧火山岩沉积；11—褶皱轴迹；12—地壳叠接消减带；13—地质界限；14—海底扩张带；①—艾比湖-贺根山地块对接消减带；②—修沟-玛沁-丹凤-桐城地块对接消减带；③—董公棚-临沭地块对接消减带；④—鄂尔多斯新裂带；⑤—阿尔金山新裂带；I—华北-塔里木区；I₁—阿拉善-阴山隆起；I₂—胶辽隆起；I₃—华北地台；I₄—鄂尔多斯西缘拗陷；I₅—中祁连隆起；I₆—柴达木地块；I₇—北祁连-北秦岭海槽；I₈—南祁连海槽；I₉—且末-若羌隆起；I₁₀—中天山隆起；I₁₁—伊宁地块；I₁₂—塔里木地台；I₁₃—库鲁克塔格拗陷；I₁₄—南天山海槽；I₁₅—北天山-北山-阴山边缘海；I₁₆—昆仑山-西秦岭边缘海；II—扬子-华夏区；II₁—大别山隆起；II₂—武当山隆起；II₃—江南隆起；II₄—原淮隆起；II₅—华夏隆起；II₆—云开隆起；II₇—临沧隆起；II₈—理塘隆起；II₉—扬子地台；II₁₀—南秦岭地槽；II₁₁—松潘地块；II₁₂—羌塘地块；II₁₃—滇东拗陷；II₁₄—湘黔拗陷；II₁₅—闽粤海槽；II₁₆—湘桂边缘海；II₁₇—川滇西边缘海；III—天山-兴安区；III₁—准噶尔地块；III₂—佳木斯隆起；III₃—伊勒呼里隆起；IV—西藏区；IV₁—冈底斯地块；IV₂—喜马拉雅地块

承广阔的海盆体制，尚未进入纯陆相成盆时期，王鸿祯（1983）以合称此为海西印支阶段。

(1) 华北-塔里木地区 华北地台自中奥陶世上升成陆，缺失上奥陶统至下石炭统的沉积，中石炭世地台重新下沉，遭受海侵。开始海水自东北方向入侵，南高北低，形成小型内陆成煤盆地。晚石炭世海水来自南方的秦岭海槽，向西北截阻于东胜-吴旗隆起。二叠纪开始，地台整体抬升为陆，潮湿气候环境，仍为成煤盆地，中下三叠统为红色砂泥岩建造，上三叠统又转为潮湿气候的湖相沉积成煤含油建造。鄂尔多斯西缘拗陷下降剧烈，海水来自祁连海，沉积巨厚。晚古生代是塔里木地台第二次海侵旋回，拗陷中心自东向西向北迁移，岩层西厚东薄，阿瓦提一带最后是沉积的中心。泥盆系以陆相碎屑岩为主，沉积范围小，石炭二叠系海侵扩大，是成油建造时期。

华北地台西南缘秦岭海是在印支期封闭的,其封闭时间,自东而西逐渐推迟。秦岭海域在西部是宽阔印支海,其北界约在青海南山至武山一线,南界是修沟、玛沁对接带。晚古生代时,该区是冒地槽型沉积,早中三叠世可能发生张裂,致使强烈沉陷,堆积了巨厚的沉积物。中三叠世以后,褶皱升起,成为早印支褶皱带。柴达木地块南缘是古亚洲大陆的最南边界,晚古生代时,沉积了很厚的冒地槽型岩层,并有火山碎屑岩,至二叠纪末期,形成海西褶皱带,可能向柴达木地块有俯冲活动。

(2) 天山-蒙古-兴安区 华北-塔里木古陆与西伯利亚古陆之间的海域,以北天山-北山-西拉木伦河深断裂为界分南、北两个大陆边缘,北部大陆边缘围绕着西伯利亚地台南缘发育,构造带宽阔,属西伯利亚古陆边缘,南部大陆边缘沿华北-塔里木大陆边缘,由南向北发育,构造带狭窄,呈不对称的发展趋势。王鸿祯(1985)根据生物群落分析,认为泥盆石炭纪时,两个陆缘区相距甚远,早二叠世时,两者开始接近,晚二叠世时,沿北天山-北山-西拉木伦河一线是两个大陆边缘相碰撞、洋壳最后消失的部位,其对接带两侧的大量海西晚期至印支期花岗岩是拼合和碰撞后的产物。

(3) 扬子地区 晚古生代至中三叠世,扬子地台主体部分在泥盆石炭纪时未遭受海侵,但在黔中南和滇东地区继续沉降,形成陆棚海,堆积较厚的滨海相砂泥岩建造。晚泥盆世时,海侵扩大,穿过江南古陆,向鄂西、湘西北伸出一支海湾,直达下扬子地区,形成海陆交互沉积。石炭纪时,海域扩大,陆地缩小,构成典型的陆表海,在黔中南为浅海碳酸盐岩沉积,向西北方向古陆中部以滨浅海碎屑岩为主。贵州郎岱、罗甸一带为较深水海盆,下扬子地区为海陆交互沉积。二叠纪时,出现广泛的海侵,下二叠统浅海碳酸盐岩沉积在广大地区岩相厚度均相当稳定,在下扬子地区有较深的滞流静水环境沉积。早二叠世末,康滇地轴区发生大规模玄武岩喷发,晚二叠世则以含煤建造为特征。早中三叠世,地台内部强烈分异,沿康滇古陆边缘地带出现一个狭长的滨海碎屑岩相带,川南黔西形成蒸发海盆,地台东南边缘则出现较深海盆。上述资料说明上古生界在扬子地台上是找油的主要对象。

在扬子地台以西的松潘、甘孜地带,石炭二叠系属稳定型沉积,雅砻江以西为巨厚的复理石沉积,有大量的海底玄武岩喷发。整个地区为巨厚的三叠系碎屑泥质沉积,经印支运动全部褶皱成陆。这个地区海底扩张中心可能位于雅砻江一线,向北延入巴颜喀拉山区和通天河地区,形成印支期俯冲带。

(4) 华南地区 华南地区在加里东运动之后,结束了地槽发展阶段,与扬子地台联合组成一个广阔的地台区,进入到相对稳定的发展阶段,是成油的有利时期。在东部的赣湘坳陷区和粤闽坳陷区,泥盆系到中三叠统普遍不整合覆于元古界和下古生界之上,是地台型沉积建造,泥盆系为类磨拉石建造和碎屑岩建造,下石炭统为海陆交互含煤建造,中石炭统至上石炭统以石灰岩建造为主,上二叠统由硅质岩和海陆交互含煤建造组成,中下三叠统为白云岩含盐建造和碎屑岩沉积。西部即云开隆起、诸广隆起以西地区,在桂中、桂西,自泥盆纪起发生北西向和北东向两组断裂,形成碳酸盐台地和硅泥质凹槽相互间列的构造格局,并有裂隙式海底基性喷发。右江三叠系海槽沉积巨厚,由复理石沉积和蛇绿岩套组成,最后隆起形成印支褶皱带。云开隆起之西的钦防地区,残余有加里东后地槽,志留系至泥盆系海相连续沉积,二叠系堆积巨厚,由于云开隆起向西推挤(王鸿祯,1982),东吴运动褶皱升起,上二叠统形成磨拉石沉积,三叠纪时,沉降中心向西转移,以裂陷与