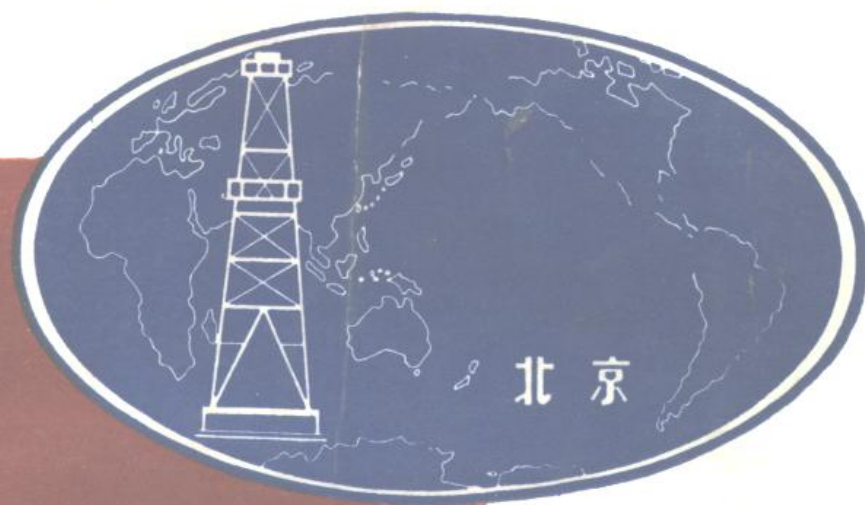


翟光明主编



北京石油地质会议 报告论文集

石油工业出版社

■■■■■



北京四校地质所会议
文集

■■■■■

北京石油地质会议 报告论文集

翟光明 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本文集收进了一九八四年九月在京召开的“北京石油地质会议”上的论文三十三篇，按在会上的发言顺序编排成册。这些论文对我国沿海大陆架油气远景的评价、隐蔽油气藏或岩性油气藏的分布、深层油气的展望，多构造层地区及古老地层的二次生油理论基础、煤系地层天然气生成聚集条件及潜力，利用地震技术研究地层岩性油藏等课题进行了探讨。本文集反映了近年来石油地质勘探中的新领域、新理论、新方法，可供石油地质和地质部门科研人员、技术人员及有关院校师生阅读参考。

北京石油地质会议报告论文集

翟光明 主编

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外外馆东后街甲36号)

：燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 28¹/₂印张 723千字 印1—1200

1987年4月北京第1版 1987年4月北京第1次印刷

书号：15037·2593 定价：5.80 元

编 者 的 话

中国石油和天然气勘探开发公司与环太平洋矿产及能源理事会共同组办的北京国际石油地质讨论，于一九八四年九月十九日至九月二十三日在北京召开。这是继一九七九年以来在北京召开的第二次石油地质盛会。这次会共有我国及英、美、法、日等十余个国家的四百多位石油地质、地球物理、大地构造、地球化学等方面的专家和学者参加，大会由国务委员康世恩致词，世界知名学者和地质家Michel T. Halbouty作了关于世界石油勘探前景的报告。在大会和小组会上共宣读了六十三篇文章，并进行了热烈地讨论。这些文章的质量都较高，特别是我国地质矿产部、中国科学院、石油工业部及石油院校等方面提出了不少内容丰富、水平较高的学术报告，受到国内外学术界的极大注意，为了使国内外读者先睹为快，现将国内三十三篇文章汇编成册先行出版。闫敦实同志的论文已收入莫斯科第二十七届国际地质会议报告论文集，此文集便不再收进。

翟光明

一九八五年五月

目 录

中国沉积盆地的特点及油气资源分布	翟光明、王慎言、李干生 (1)
中国及相邻海域中、新生代盆地类型及含油气远景	张文佑、张抗 (20)
中国陆相盆地地层、岩性油气藏	胡见义、范成龙、张金泉、刘淑莹、徐树宝、童晓光 (33)
松辽盆地的下部含油层系	马力、杨继良、丁正言、关增森 (48)
辽河断陷基岩古潜山油田勘探的新进展	郑长明 (62)
冀中坳陷三个油田形成条件的剖析	吴华元、梁狄刚 (73)
中国陆相生油理论研究的新进展	黄第藩、尚慧芸、李晋超 (90)
中国石油、天然气同位素地质	徐永昌、沈平、王先彬 (110)
泥岩压实研究在柴达木盆地茫崖坳陷油气初次运移条件分析中的应用	陈荷立 (119)
京津地区廊固凹陷的石油地质特征	李德生、杜永林、胡国农 (128)
利用地震信息识别地层岩性和油气	钱绍新、刘雯林 (145)
轻质油层有效的测井评价方法	谭廷栋、尚海筹、李盛岩 (159)
济阳坳陷地层、岩性油藏的主要类型及其分布特点	帅德福、钱凯、宋永生、葛榕 (172)
中国南方海相沉积含油气远景的探讨	谢展、周堃、徐志川、童箴言 (188)
中国大陆架沉积盆地及油气潜力	谯汉生、王毓俊 (200)
礁——中国南海北部的一个找油新领域	郝服光 (209)
四川盆地震旦系气藏的形成条件	唐泽尧、张声瑜 (222)
中国碳酸盐生油岩有机地球化学特征与油气评价的初步研究	傅家谟、贾蓉芬 (234)
中国南方石炭、二叠系含油气有利相带探讨	李学慧、李铁生 (244)
贵州麻江古油藏志留系翁项群含沥青砂岩的成岩序列及其时代的划分	刘树晖、胡维元、邱运鑫、陈焱彬 (253)
华北北部中—上元古界原生气特征	郝石生、张长根 (266)
柴达木盆地东部地区天然气的成因	刘大任、邵宏舜、顾树松 (289)
泌阳小型山间断陷湖盆的沉积体系及含油性	李纯菊、朱水安、朱绍璧 (307)
黄骅断陷湖盆骨架砂体类型及其地震反应	赵学平、张服民、杨怀冉 (308)
测井识别沉积相方法的研究	欧阳健、马宗援、何登春、田洪、肖义越 (340)
遥感技术在柴达木盆地石油勘探中的应用	王文彦、宋建国、张弼、王天禧、范从武、G. B. 贝利 John L. 都瓦尔 (348)
江汉盐湖盆地油气田的形成	谢泰俊、吴立真、江继纲 (363)
溱潼凹陷地震地层学研究	胡震中 (374)
预测含油气有利地带的多种信息叠合评价法	赵旭东 (401)
陕甘宁盆地侏罗系古地貌油田形成的地质条件	宋国初 (410)
准噶尔盆地西北缘逆掩断裂区带的含油特点	谢宏、赵白、林隆栋、尤绮妹 (422)
东濮凹陷天然气特征及成因类型	朱家蔚、许化政 (437)
论地质—热演化筛分法	周兴熙、袁容、李学新、刘文利、冉维莉 (445)

中国沉积盆地的特点及油气资源分布

翟光明 王慎言 李干生

(石油工业部勘探司)

摘要 中国沉积岩面积545万平方公里,沉积岩总体积在2000万立方公里以上。从中一晚元古代至新生代不同地质时期生油岩广泛发育,上二叠统、上三叠统、下白垩统、下第三系较深—深水湖相生油层系最为发育,是陆相沉积最主要的生油层系。海相沉积生油层系在中国发育时代更长,自古老的中一晚元古代至新生代,在不同地质时期的海相沉积中均见油气显示。

中国大陆在印度洋板块和太平洋板块的作用下,形成了拉张型、挤压型和过渡型等三种不同类型的沉积盆地,相应产生了不同的构造模式、沉积模式及油气聚集模式。经勘探实践证明三种类型的盆地都有着丰富的油气。

中国含油气区可以划分为东部、西部、中部及沿海大陆架四个含油气区。东部含油气区是目前主要的石油生产区,石油的资源十分丰富,孕育着各种各样的构造断块油藏和地层型油气藏。由于纵向上的迭置、平面上的连片,往往形成复式油气富集带和复合式油气区。西部含油气区范围广、众多的成排成带的构造是油气有利聚集地区。同时,也发现大型的地层型油气藏。中部含油气区,是以海相碳酸盐岩和陆相碎屑岩为产层的油气区,有丰富的油气资源,但目前西南地区以气为主,陕甘宁地区以油为主。沿海大陆架有广阔的找油领域和优越的地质条件,目前正在这个地区进行勘探。

引言

中国陆上和沿海地区沉积岩总面积为五百四十五万平方公里,沉积岩总体积在二千万立方公里以上。从五十年代后半期开始,中国的石油勘探在西北、东北地区相继获得重大发现,找到了克拉玛依大油田和世界上著名的大庆油田。六十年代在渤海湾盆地连续发现了大港、胜利等大油田。到七十年代,又发现了河北任丘高产油田,打开了一个新的勘探领域。同时,还相继发现了辽河、中原等大油田。进入八十年代,中国的油气勘探规模进一步扩大,老油区内发现了新的不同类型的油气田。新探区中不断有新的发现,广阔的西部沉积盆地和沿海大陆架沉积盆地都相继展开了勘探。近三十多年的勘探实践,展示了中国油气资源丰富的巨大前景。本文拟通过近年来的勘探实践,对中国沉积盆地的特点及油气资源分布作一初步论述。

一、中国海相陆相沉积岩分布及生油特征

中国陆上和海上以中新界为主的陆相湖泊沉积盆地有二百三十六个,沉积岩面积三百五十四万平方公里。以中古生界为主的海相碳酸盐岩沉积面积一百九十万平方公里。这些海相和陆相地层,不同时期的分布范围是不同的,它们也都有各自的沉积和生油特征。

1. 中国海相地层的发育及分布

元古代中国大陆由中朝古陆、塔里木古陆和扬子古陆等组成,分成南北两区。在北方沉积了中晚元古代海相硅质白云岩为主夹页岩的地层,厚约九千米,富含藻类化石,并见沥青

脉。在南方稳定而广泛的浅海条件下沉积了震旦系海相硅质白云岩，厚约五百~七百米，富含高级藻类化石。

古生代，中国北方大陆及边缘，沉积了寒武至奥陶系以碳酸盐岩为主夹薄层泥岩和蒸发岩的沉积，厚约一千~一千五百米，化石丰富。由于加里东运动的激烈活动，使华北地台持续上升，经受了长期的剥蚀和准平原化，使北方大部缺少晚奥陶世至早石炭世的沉积。海西运动时海陆急剧变迁，在中晚石炭世，华北地台又一次下沉，沉积了海陆交互相的含煤建造，厚约二百~四百米。到二叠纪海水退出了华北大陆，形成了地台内部的盆地，沉积了陆相的砂泥岩地层。而中国南方整个古生代都接受了碳酸盐岩及海相页岩的沉积，厚约三千~五千米。一直到中生代三叠纪末期，海水除西藏、滇南和塔里木西部以外，大部都退出了中国大陆，形成以陆相为主的沉积(图1、2)。

2. 中国陆相地层的发育及分布

二叠纪起中朝地台已脱离海洋环境，海水逐步退出北方大陆，以秦岭—昆仑山为界形成南海、北陆的沉积局面，并一直延续到三叠纪末期，使华南、华北联成一片处于大陆环境的沉积。由于沉积环境的不同，陆相形成二种不同类型的沉积，在太行山以东，早期为一套含煤沉积，有多次火山活动，以后沉积了以紫红色、黄绿色砂、砾岩及黑色页岩、油页岩和煤层，侏罗纪是东部主要成煤期之一，白垩纪是主要成油期之一。在太行山以西的地区，即川滇盆地、准噶尔、柴达木、鄂尔多斯等盆地，沉积稳定，早期都发育含煤的沉积，并有灰黑色页岩、紫红色砂岩、泥岩及灰绿色泥岩。

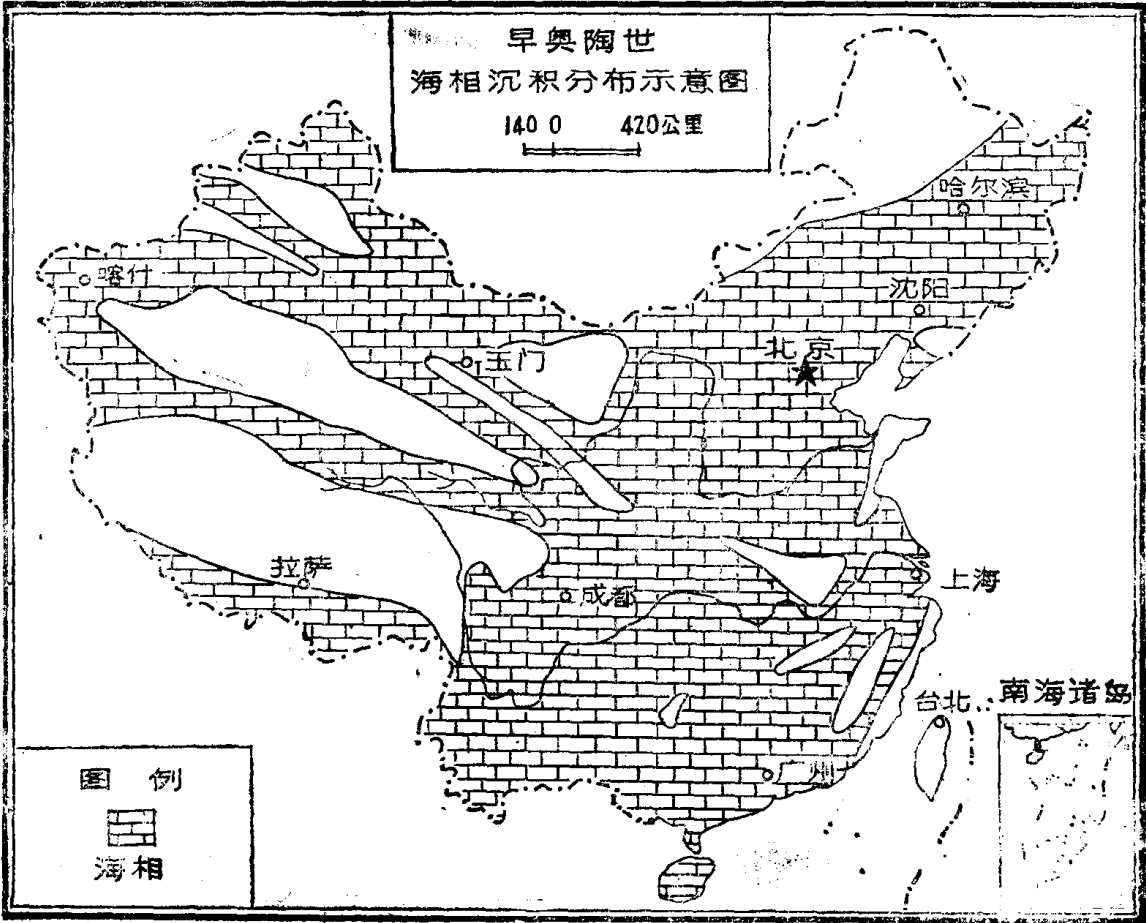


图1 中国早奥陶世海相沉积分布示意图

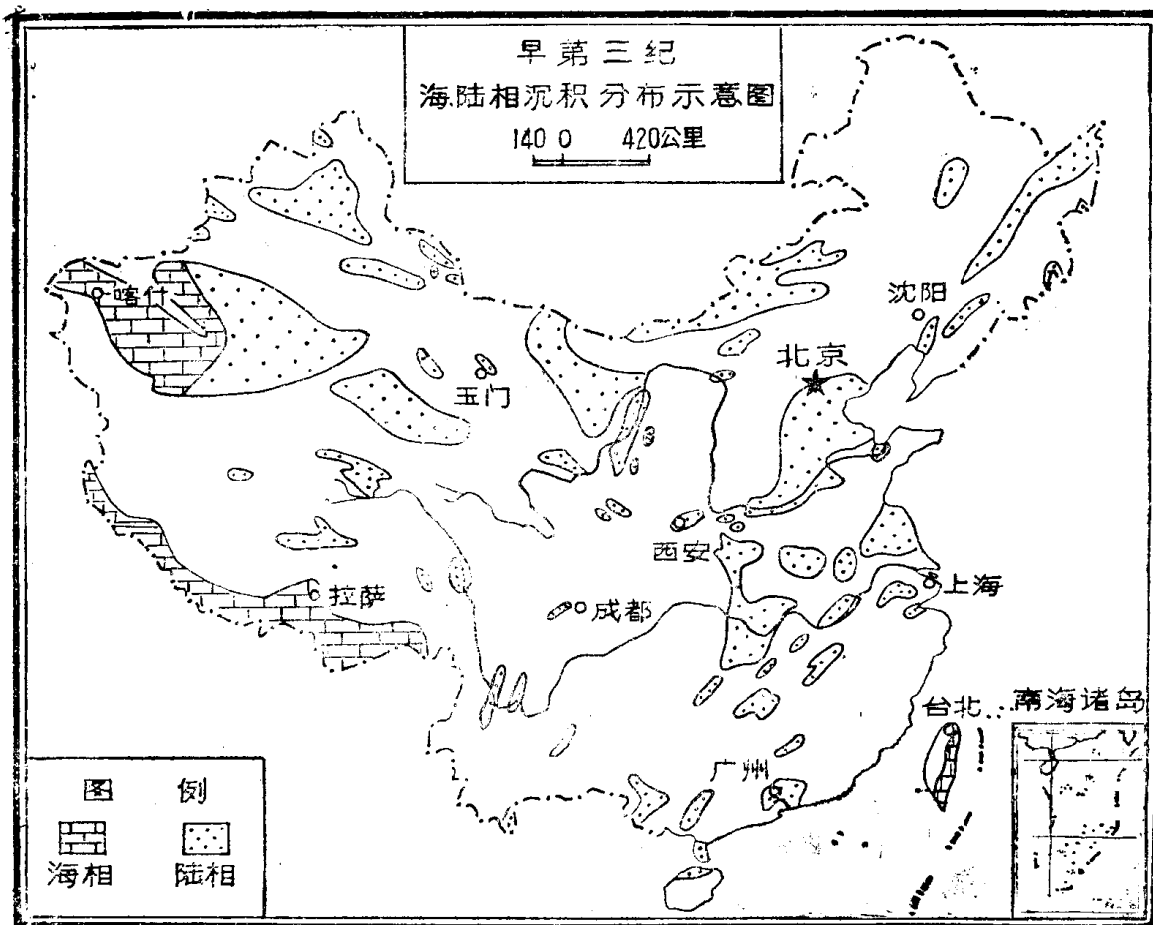


图2 中国早第三纪海、陆相沉积分布示意图

在海西运动的基础上，中国大陆逐步扩大，广泛的沉积了早第三系。由于构造运动及古气候的不同，中国东部和西部的下第三系沉积差别较大。东部地区沉积受断裂的控制，其沉积类型主要受古地形的控制。在断陷中沉积了大量的湖相沉积，以棕红色砂泥岩、暗色泥岩、页岩间互沉积，个别有蒸发及咸水湖相，还沉积有石膏及盐岩层，均富含藻类，介形虫及孢粉等化石。下第三系厚约四千~五千米。到晚第三纪沉积范围更广泛，气候逐渐干燥，大多为红色砂泥岩沉积，仅在渤海、东海、南海大陆架有暗色泥岩。西部地区突出的特点是内陆盆地充填巨厚的沉积，如准噶尔、塔里木、柴达木、吐鲁番盆地，大都处在干燥气候的环境下，普遍有蒸发岩的沉积，属内陆河湖相。没有火山喷发岩。而西藏、喜马拉雅地区及台湾沉积了海相地层(图3、4)。

3. 中国海相陆相地层生油岩的特征

中国海相生油层主要分布在南方地区。在海相沉积中，泥岩、碳酸盐岩生油层都很发育，多属低能环境下形成的暗色微晶灰岩、泥灰岩、礁灰岩及生物灰岩等。富含浮游生物化石，常见有藻类、有孔虫、珊瑚、腹足类等生物碎屑，灰岩多为厚层块状，水平微细层理发育，晶洞或层理间常见有原生油苗和固体沥青等。海相碳酸盐岩的有机质丰富，变化范围不大，有机碳含量一般在0.1~0.25%，最高达0.2~0.5%，氯仿沥青“A”170~900ppm。泥质岩类的有机质丰度较高，一般有机碳含量为1~3%。经有关资料分析，海相生油母质以腐泥型和腐泥-腐植型为主，其转化率普遍较高，沥青转化率(A/C)10~25%，烃转化率

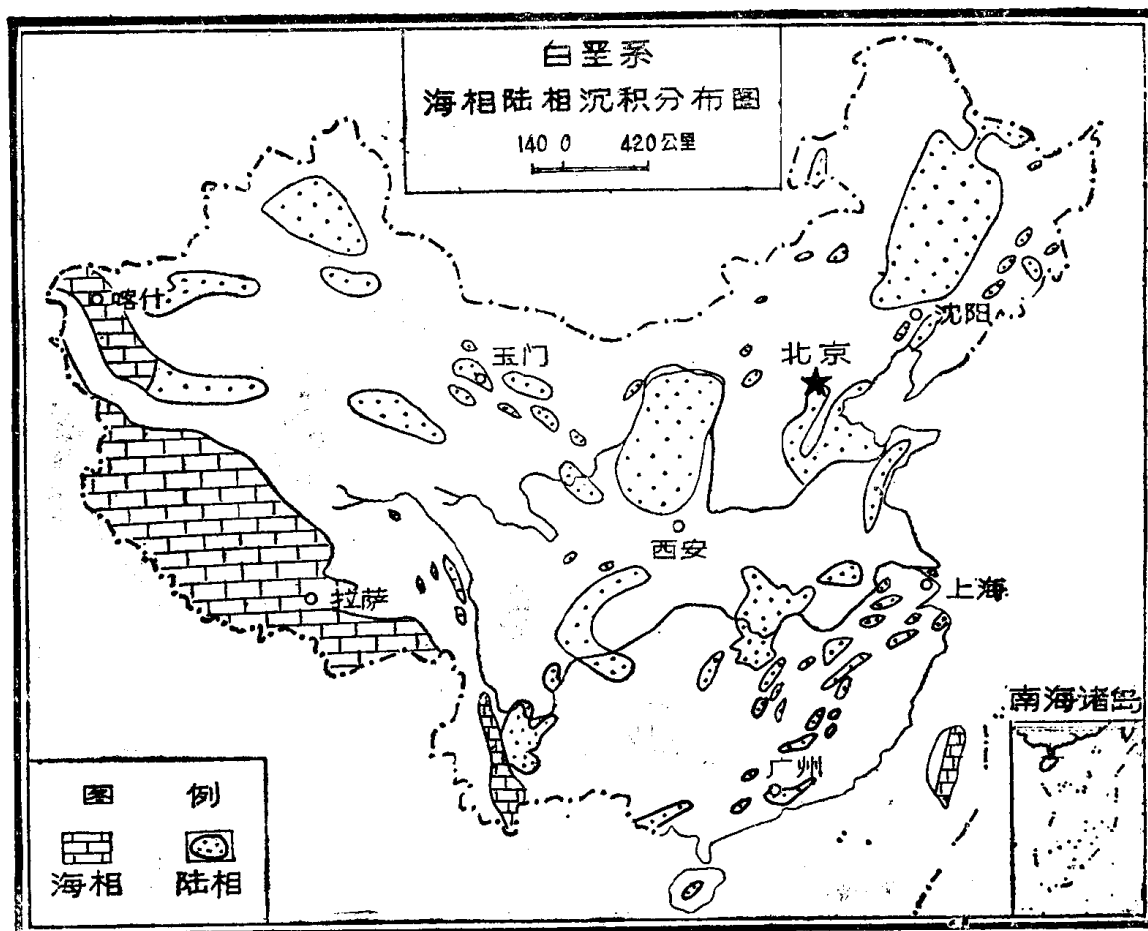


图3 中国白垩系海陆相沉积分布图

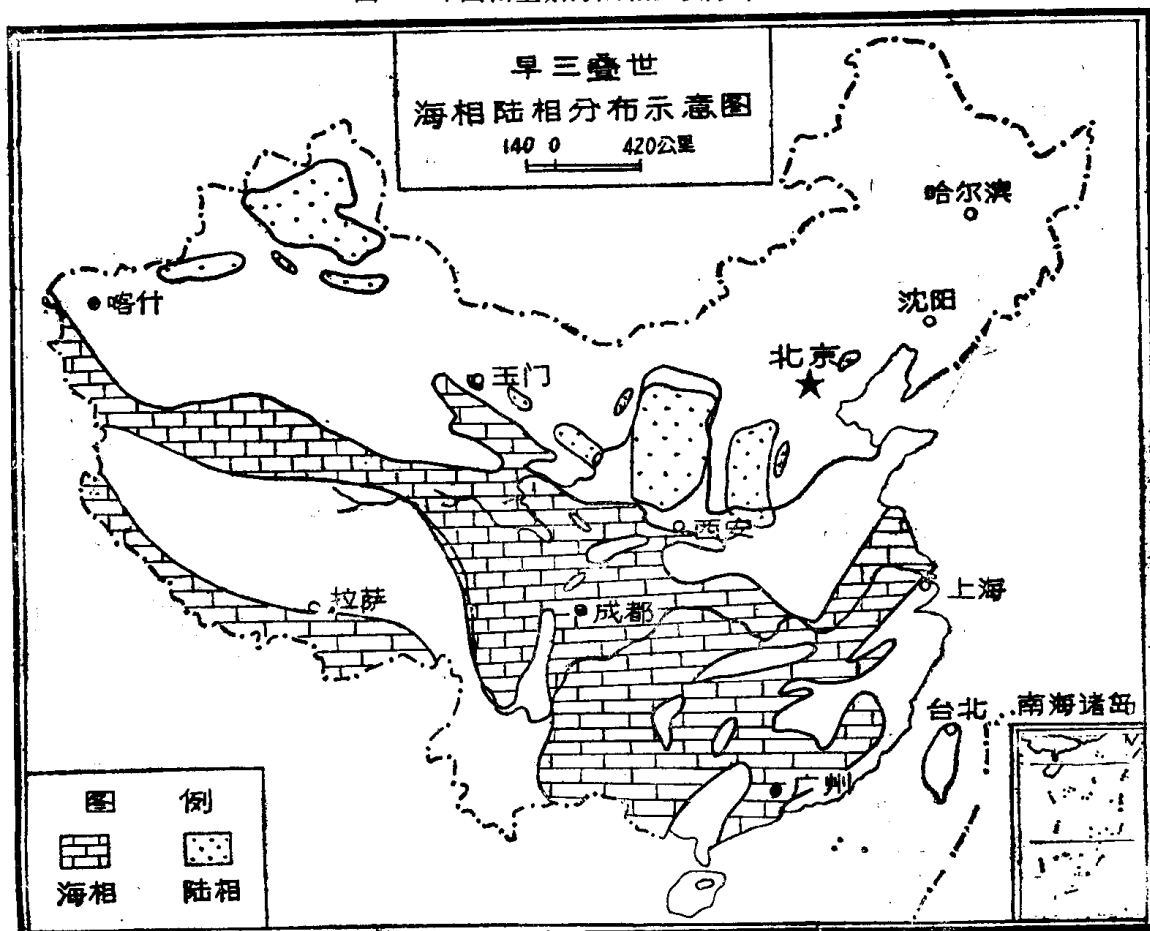


图4 中国早三叠世海陆相分布示意图

(烃/C)为5~10%。中国海相生油层的时代范围很长,从古老的中—晚元古代、古生代,中生代到晚第三纪的中新世都有分布。而沉积厚度大、分布范围广的主要为震旦纪到三叠纪共有五套生油层。这些层系都具有生油能力,也具备生产能力(表1)。

表1

生油层时代	组 段	岩 性	有机碳 %	氯仿沥青“A” Ppm	总烃含量 Ppm	
震旦系	陡山沱组 灯影组	黑色泥页岩, 富藻白云岩	0.1~0.34			威远气田
奥陶系	下奥陶统	生物灰岩,泥 质灰岩	0.1~0.5	150~220		
志留系		黑色页岩	0.2~1.12	500~900		川东石炭系储层之气源
二叠系	阳新统	藻灰岩及介 屑泥质灰岩	0.26~0.38	260~1000	100~230	该层气田占南方气田48%
三叠系	嘉陵江组 雷口坡组	泥质灰岩及 泥岩	0.18~0.35	270~900	300~720	该层气田占南方气田44%

4. 中国陆相生油层的特征

中国从古生代二叠纪到新生代第三纪每个地质时期都有陆相沉积,也都广泛地发育着生油层(图5、6、7、8)。陆相沉积以河流湖泊相为主。其基本特征有:

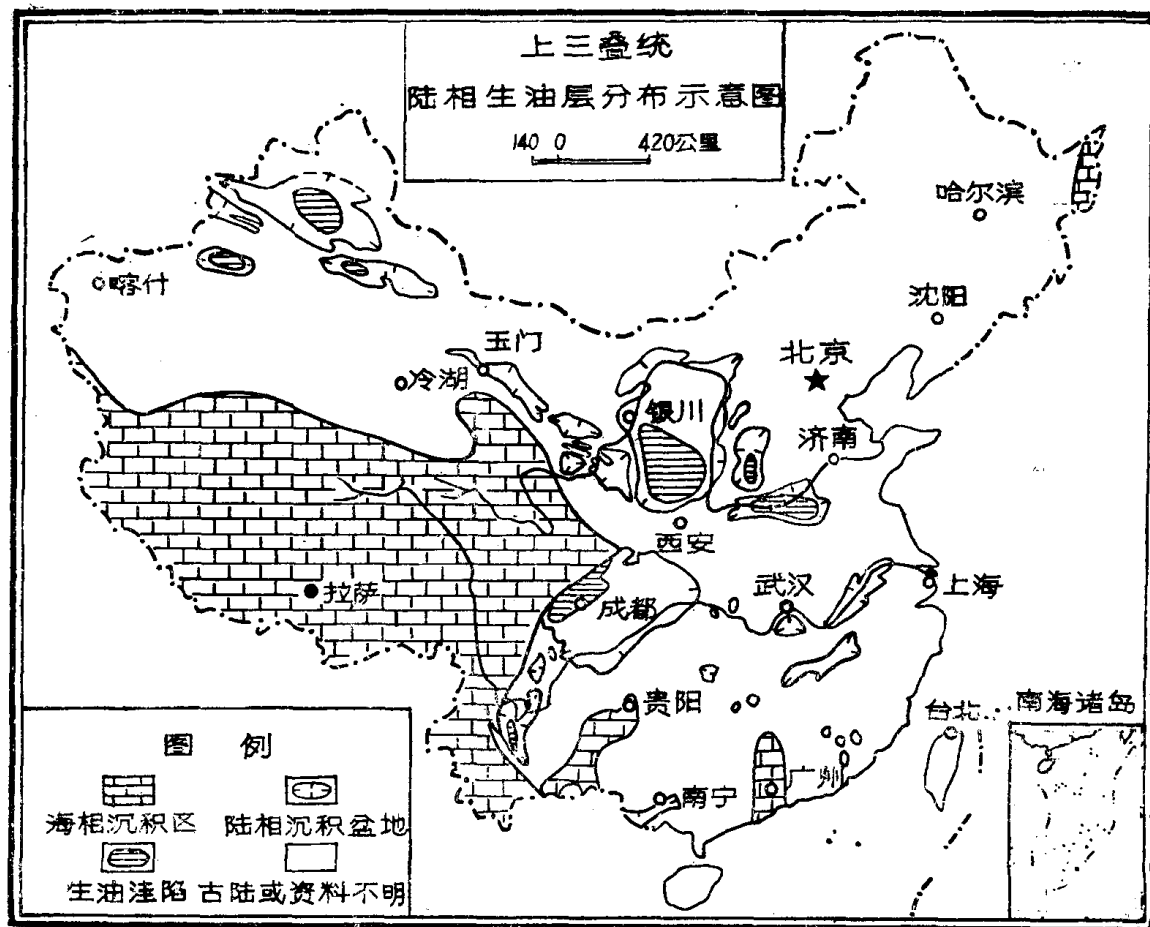


图5 中国上三叠统陆相生油层分布示意图

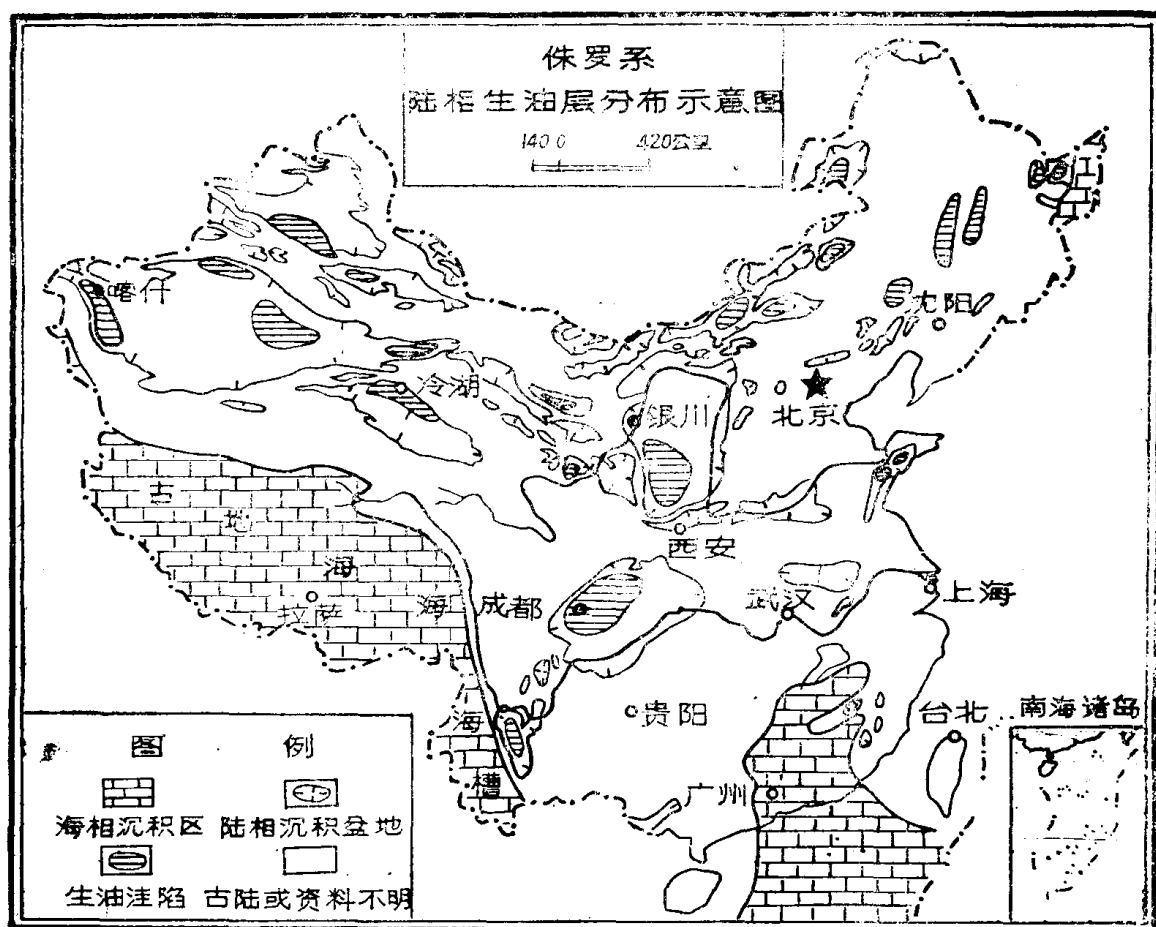


图6 中国侏罗系陆相生油层分布示意图

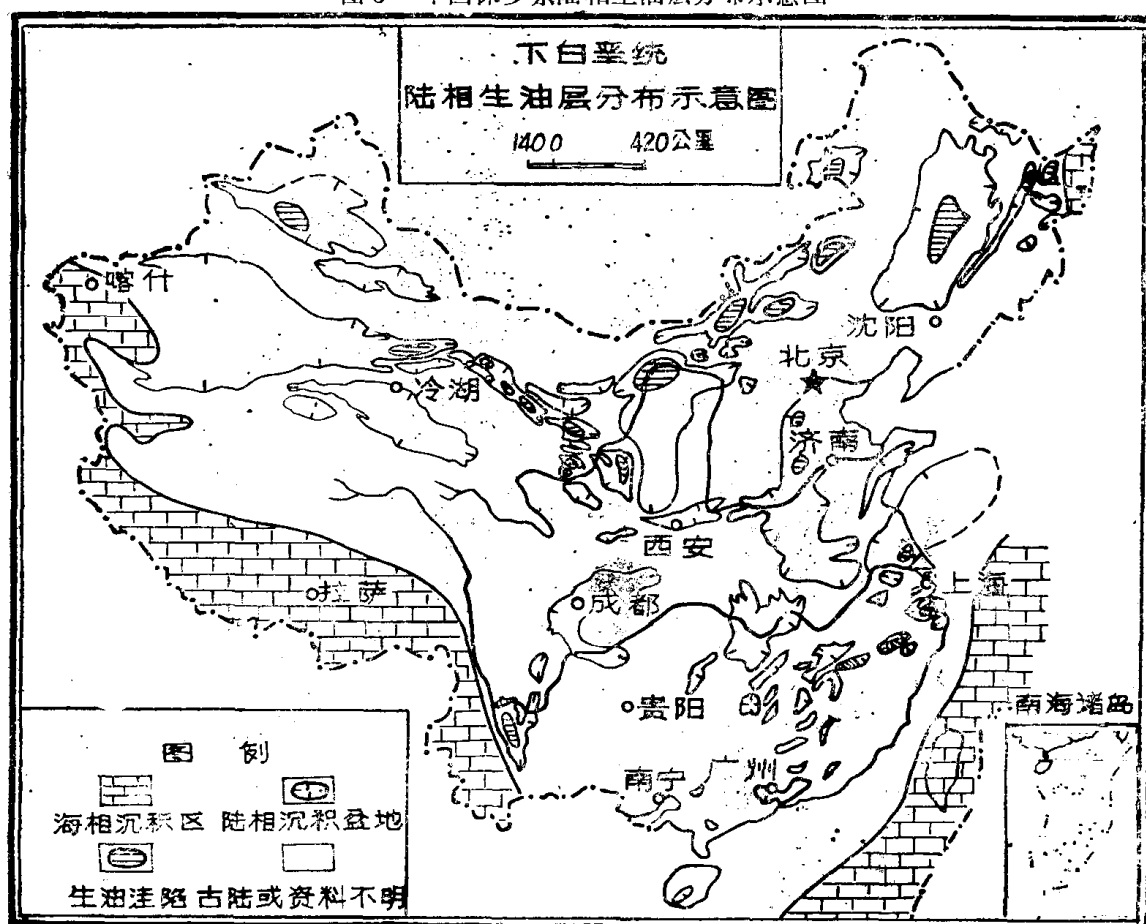


图7 中国下白垩统陆相生油层分布示意图

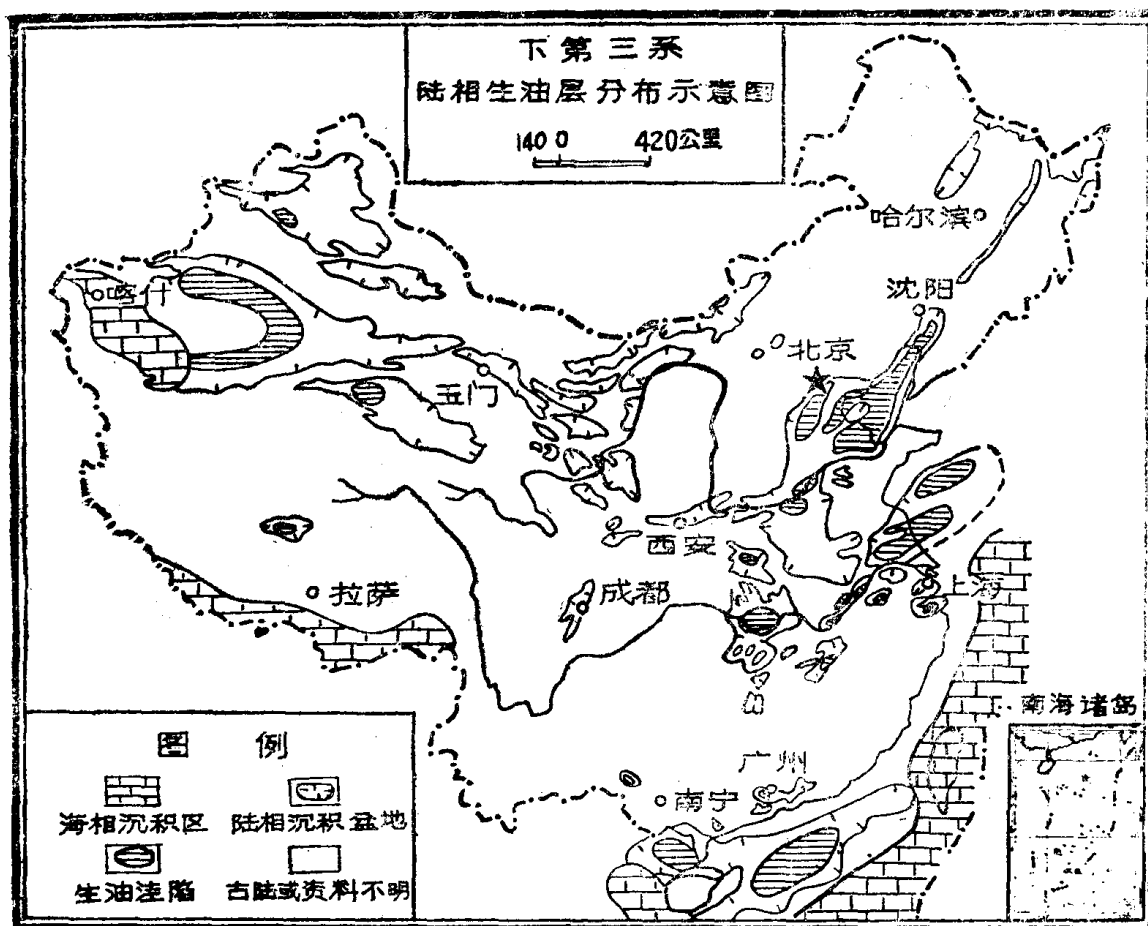


图8 中国下第三系陆相生油层分布示意图

(1) 长期持续快速沉降的湖相沉积盆地是陆相生油层系的发育区。如中国七个大型陆相盆地，一般持续沉降时间都在1.33~2.65亿年，沉积岩厚度一般在7000~8000米，都有较好的生油层。无论沉积盆地或凹陷的面积大小，只要持续沉降时间较长，沉降幅度大，沉积速度较快，湖相沉积岩较厚，气候适宜，一般都有助于陆相生油层的发育。如南襄盆地的泌阳凹陷，面积仅1000平方公里，沉积岩厚度达8000米，沉积速度为0.2毫米/年，生油岩厚1900米，目前已建成年产200万吨的油田，这就是形成“小而肥”含油气区的主要因素。

(2) 陆相湖盆的沉积相带大都是环状分布。从边缘到中心依次为山麓冲积相，平原河流相，滨湖和浅湖相，半深水—深水湖相，各相带展布情况主要取决于凹陷、湖盆构造类型、形态特征，以及水流补给情况等。其中以半深水—深水湖相沉积最有利于生油层的发育，富含有机物质，处于还原环境，生油条件最好。以松辽盆地为例不同相带的地化指标即可看出(表2)。

表2

沉积相	深湖相	半深水湖相	滨湖—浅湖相	平原河流相
岩性	黑色泥岩	黑灰—灰色泥岩	灰色—灰绿色泥岩	灰绿—红色泥岩
有机碳%	>2	2~0.6	0.6~0.3	<0.3
总烃含量%	>0.15	0.15~0.015	0.015~0.005	<0.005
OEP	<1.2	1.2~1.35	1.35~1.45	
生油评价	最有利	有利	不利	非生油岩

(3) 暗色泥岩是最佳生油层。中国陆相沉积的生油层, 目前有四种类型: 泥岩型; 泥岩夹油页岩型; 含炭泥岩型; 含膏泥岩型。其中以深水湖相沉积的泥岩型最有利, 色深多呈黑色或灰黑色, 块状或厚层, 富含藻类和介形虫类化石, 这类湖盆水深, 沉积稳定, 宁静乏氧, 气候适宜, 有利于有机质的发育和保存。生油母质多为腐泥型(I型)和混合型(II型)。如松辽盆地白垩统生油层, 渤海湾盆地第三系生油层均以灰黑色泥岩为主, 生油潜能大, 平均每平方公里生油岩生油量约为万吨。

(4) 地温梯度有利于有机质成熟转化。根据钻井资料求得的地温资料, 中国东部地区地温梯度较正常值高, 一般在 $3.5\sim 4.5^{\circ}\text{C}/100\text{米}$, 对生油非常有利。中国西部一些盆地温梯度小于正常值, 一般在 $2.3\sim 2.7^{\circ}\text{C}/100\text{米}$, 有机质成熟转化时间较长, 生油层时代一般较老, 生油门限深度较大(表3)。

表3

盆 地	准噶尔	鄂尔多斯	四 川	松 辽	下辽河	泌 阳	济 阳	黄 骅
地 层	二叠~三叠	三叠~侏罗	侏 罗	下白垩统	下第三系	下第三系	下第三系	下第三系
地温	最大	2.8	2.7	6.2	5		3.8	3.95
梯度	一般	2.2~2.3	2.75	2.2~2.4	3.1~4.8	3.1~3.6	4.35	3.1~3.9
							3.3~3.6	

(5) 陆相盆地多旋回的发育史, 形成多时代多层组的生油层。多旋回性是中国陆相沉积盆地发育的一个重要特征。在地壳升降运动的制约下, 陆盆(凹陷)都经历了断陷、稳定沉积、上升收缩三个时期。形成粗—细—粗的完整韵律。每个稳定沉降阶段都是主要生油层形成时期。中国中生代陆相沉积一般经历一至五个大的旋回, 形成五个大的生油聚油期。

(6) 陆相盆地发育着多种类型的沉积湖盆, 根据主要的含油气盆地泥岩分析资料统计, 生油母质主要以腐泥型(I型)和混合型为主(表4)。

表4

项 目	有机碳 %	氯仿沥青“A” %	总烃含量 ppm	总烃/C %	C/H	OEP	H/C原 子比	母质类型
好生油岩	>1	>0.1	>500	>6	6~7	1~1.1	1.5~1.7	腐泥型
较好生油岩	0.6~1	0.01~0.1	200~500	3~6	8~10	1.1~1.2	1.1~1.3	混合型
较差生油岩	0.4~0.6	<0.01	100~200	1~3	11~12	<1.3	0.5~0.8	腐殖型

二、中国沉积盆地的不同类型及其油气聚集

印支运动以后, 由于中国陆块位于太平洋板块和印度洋板块之间, 受西伯利亚板块向南的推动力, 印度洋板块向北的推动力以及太平洋板块向西的推动力等三个方向的力相互作用。使中国陆块受到了深刻的影响, 改变了古生代以来东西构造走向的格局, 形成了拗陷相间的大陆骨架, 发育了大小不等、类型不同的沉积盆地。这些不同类型的沉积盆地均具有其独特的构造特征, 沉积特征以及油气聚集的模式和共同的油气分布规律(图9)。

自中生代以来, 中国陆块在上述三个推动力的相互作用下分裂解体, 发育形成了各种不同类型的沉积盆地, 根据大量的地质、地球物理及钻井资料的综合分析, 按其构造成因, 可将沉积盆地分成三种类型。以贺兰山、六盘山为界, 以西包括准噶尔、塔里木、柴达木、酒泉和吐鲁番等主要盆地属挤压型的沉积盆地; 以东包括松辽、渤海湾、江汉、南襄、苏北、

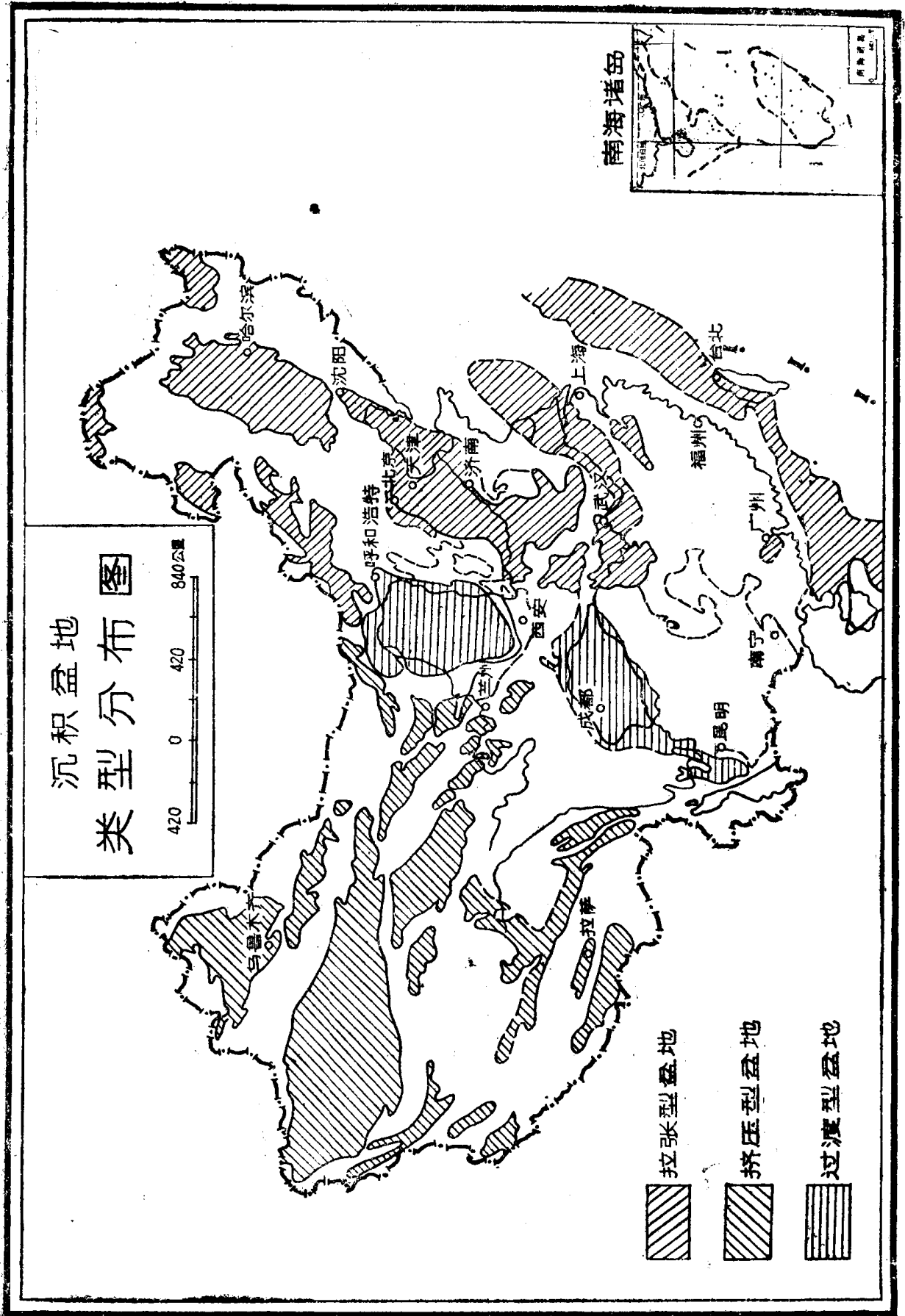


图9 中国沉积盆地类型分布图

本图政区图版参照《世界含油气盆地图集》(石油工业出版社1982年6月北京第一版)第6页图绘制

珠江口和北部湾等主要盆地属拉张型的沉积盆地；界于东西之间的包括四川、鄂尔多斯等主要盆地为过渡型的沉积盆地。

中国东部地区主要是受太平洋板块和印度洋板块的作用，产生北北东向为主的张性断裂，地幔物质上涌，加速水平拉张的发展，从而形成了北北东向的巨大沉陷区，发育了许多大小不等的拉张型沉积盆地。根据松辽、渤海湾、珠江口等盆地的区域综合分析(图10、11、12、13、14)可以看出有以下四个明显的特征：

一是盆地内的基底断裂比较发育，盆地都以正断层作为边界。如松辽盆地主要的基底断裂就有四十条左右，渤海湾盆地的基底断裂将近有五十余条。这些盆地的发生与发展都被大型的断裂带所限制。

二是盆地的演化经历了燕山期、喜马拉雅期的发育过程，都具有明显的断陷—坳陷双层结构。松辽盆地由上侏罗统及下白垩统下部组成了它的下部断陷结构；由下白垩统中上部及上白垩统、新生界组成了它的上部坳陷结构(图10)。渤海湾、珠江口等盆地则由老第三系组成了下部的断陷结构，新第三系组成了上部的坳陷结构，但两者发育程度不同，前者以坳陷为主，后者以断陷为主(图11、12、13、14)。

松辽盆地结构示意图

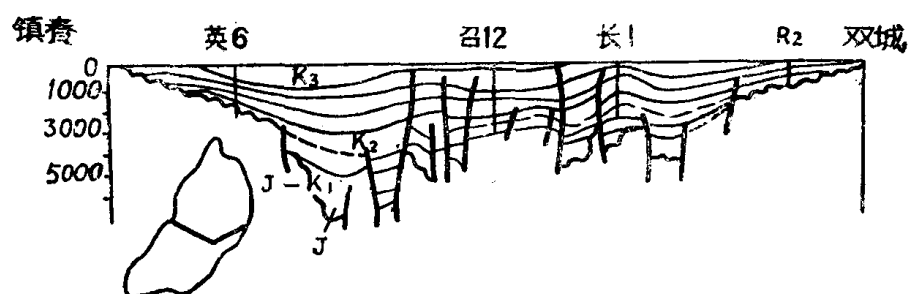


图10 松辽盆地结构示意图

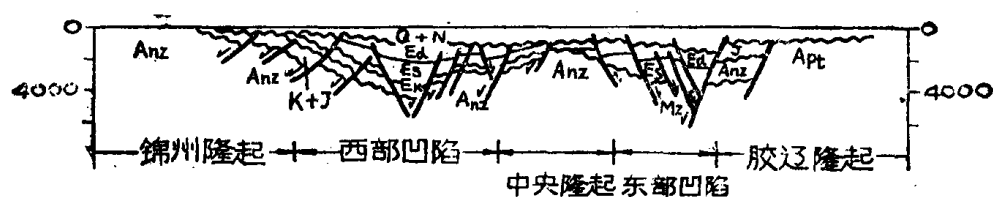


图11 渤海湾盆地辽河坳陷结构示意图

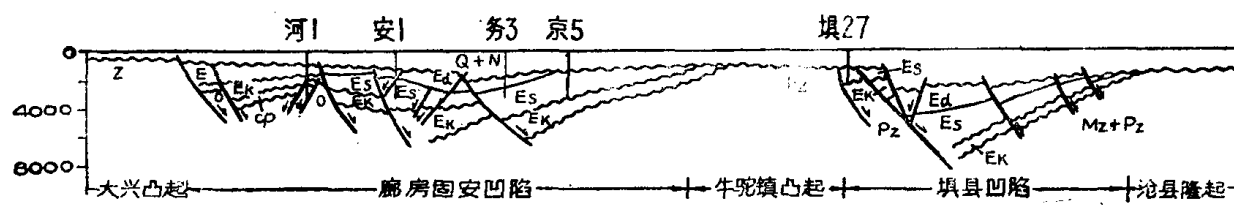


图12 渤海湾盆地冀中坳陷结构示意图

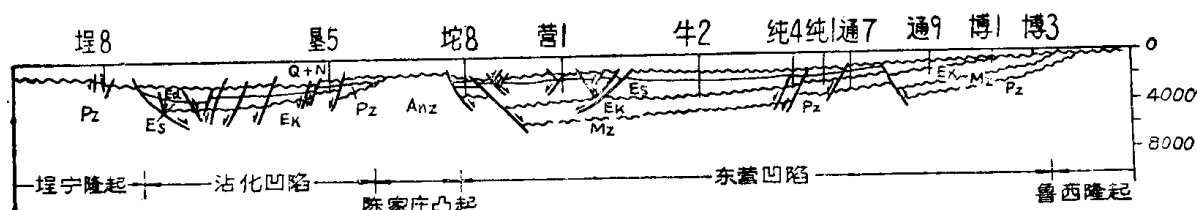


图13 渤海湾盆地济阳凹陷结构示意图

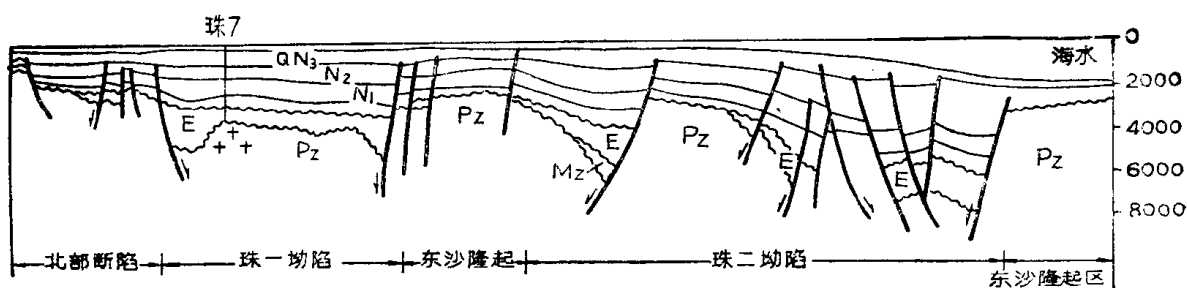


图14 珠江口盆地结构示意图

三是盆地内发育着两组断裂活动，都以正断层为主，这些断裂的发育，形成了众多有规律排列的凹陷带，构成了凸起和凹陷相间的构造格局。

从盆地的发展来分析，自晚古生代末期至第三纪有两次重要的构造运动对目前的构造格局影响很大，一次是二叠纪末期至中生代时期，华北地区大部分都经受了剥蚀和块断运动，部分地区并有挤压现象产生逆断层。由于上地幔的隆起造成一系列大型铲状正断层，构成一系列单断式凹陷，形成一边陡大都为断阶带，一边缓大都为反向正断层的构造格局，致使第三系沉积前，华北地区形成高山峻岭的地形，其后至第三纪沉积时期，喜山运动造成另一组断裂，大都为向盆地深凹部分的顺向断层。这可以从大量的地震资料和钻探资料中很容易找出这两组断裂，有的断层成继承性的发展，有的断裂停止了活动。这样造成的老地层隆起带是第三纪时期形成的呈北东向构造断裂带的地质背景，这也是造成后期极有利的各式各样的圈闭，形成丰富多彩的油藏类型的基础。

由此可以把第三系凹陷分为两种类型：

一类凹陷可以明显的分为陡带(包括断阶带、逆牵引带)，中央背斜带和缓坡带。

另一类凹陷只有陡带和缓坡带。

根据沉积条件以及对油气生成和聚集的条件来看，显然前者是最有利。

四是适合于油气聚集的构造(圈闭)带类型多，在深部有断裂潜山带、断阶带和大型构造，在浅层有断裂构造带、滚动背斜、地层超覆各种岩性圈闭等，这些众多的圈闭常常自下而上迭置形成多种油气藏和迭加连片的复式油气聚集带。

中国西部地区主要受印度洋板块和西伯利亚板块的相互作用。这里的盆地形成与造山带的挤压活动有关，根据准噶尔、酒泉等盆地的综合分析(图15、16)具有三个明显的构造特征：

一是盆地的形成与造山带的挤压活动密切相关。盆地的形态多呈不对称状，发育了明显的中生代的山前拗陷，其沉降幅度可达万米，最厚达15000米(塔里木盆地)。无明显的岩浆活动和强烈褶皱，盆地中央往往发育有古老地块(塔里木、准噶尔)。

二是盆地边界都受逆冲断层的控制。盆地的边缘常常发育数条冲断层，组成逆冲断裂带。