

中国东部裂谷盆地 油气藏地质

王涛 等著



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

中国东部裂谷盆地油气藏地质

王 涛 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以中国东部裂谷盆地的成盆系统、成烃系统和成藏系统为编写思路,在总结消化东部地区裂谷盆地大量石油地质基础资料的基础上,融进了作者的独特见解和观点,系统论述了中国东部裂谷盆地的形成与演化及其构造特征、裂谷盆地的烃源岩、储集层与盖层、油气藏以及油气分布与勘探前景。

可供从事石油地质研究的科研、技术人员和有关院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国东部裂谷盆地油气藏地质/王涛等著.
北京:石油工业出版社,1997.8
ISBN 7-5021-2091-2

I. 中…
II. 王…
III. 裂谷盆地-油气藏-石油天然气地质-研究-中国-东部地区
IV. P613.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 17182 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 12 $\frac{3}{4}$ 印张 314 千字 印 1-1500
1997 年 8 月北京第 1 版 1997 年 8 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5021-2091-2/TE·1759
定价: 35.00 元

前 言

6405/18

近代中国石油工业始于大西北，兴旺发达则在中国东部。

自 30 年代在甘肃玉门发现我国陆上第一个油田老君庙油田之后，潘钟祥教授于 1938 年又首次提出了陆相生油学说，从此拉开了中国陆相沉积盆地石油勘探及陆相石油地质理论研究的序幕。

新中国成立后，正当 50 年代大西北的石油勘探日渐发展的时候，我国一批著名地质学家及时指出中国东部松辽、华北大平原之下的地质构造更有利于油气的生成与保存。从此开始了我国石油工业发展史上具有重要历史意义的东部石油勘探。经过 30 多年的勘探，相继在松辽及渤海湾盆地发现了大庆等一系列大油气田，使东部地区拥有全国探明石油地质储量的 80%，不仅成为世界陆相沉积盆地年产石油超过一亿吨的唯一国家和从陆相盆地找到石油最多的国家，而且积累了世界上最丰富的陆相石油地质资料，为系统总结中国东部油气聚集规律和陆相石油地质理论创造了条件。

王涛及主要作者均亲身经历了东部石油勘探，愿以此书献给所有参加过东部石油勘探的石油工作者，同时与所有从事和关心中国东部石油勘探的国内、外石油地质家，共同探讨中国陆相石油地质理论，指导勘探实践，迎接跨世纪中国石油工业的再度腾飞。

本书按王涛的编写思路拟定编写提纲，前言、绪论和第一章由关德范执笔；第二章由王捷、陆克政执笔；第三章由王捷、吴铁生执笔；第四章由李应暹、许化政、吴胜和执笔；第五章由吴铁生、王捷、闫火、顾志明、李启明执笔；第六章由吴铁生、王捷、方朝亮执笔。全书初稿完成后，由王捷、吴铁生、关德范按王涛的意见，进行了全面修改统稿，最后由王涛对全书作统编、审订和最终定稿。

需要指出的是，这本书是在东部石油勘探的所有石油工作者 30 多年来长期埋头苦干所提供的大量资料和论著的基础上完成的，同时还参阅了许多国内、外地质家的著作，因此这本书是集体劳动的成果。在此谨向他（她）们深表敬意和致谢。

作 者

1996 年 12 月

目 录

绪论	(1)
第一章 中国陆块构造演化与中国东部裂谷盆地的形成	(3)
第一节 中国大地构造格局	(3)
一、中国大地构造的主要特征	(3)
二、中国主要大地构造单元	(4)
第二节 中国(古)陆块的演化	(8)
一、概述	(8)
二、中国东部陆块构造的演化	(8)
第三节 中国东部中、新生代裂谷盆地的形成	(10)
一、中国东部陆块构造的主要特征	(10)
二、中国东部中、新生代裂谷盆地的形成	(15)
参考文献	(17)
第二章 中国东部裂谷盆地构造特征	(19)
第一节 渤海湾盆地的构造特征	(19)
一、辽河拗陷	(20)
二、济阳拗陷	(28)
三、黄骅拗陷	(32)
四、冀中拗陷	(35)
五、东濮凹陷	(36)
六、渤中拗陷	(38)
第二节 松辽盆地的构造特征	(41)
第三节 其他主要裂谷盆地的构造特征	(47)
一、江汉盆地	(47)
二、苏北盆地	(49)
三、南襄盆地	(50)
参考文献	(52)
第三章 中国东部裂谷盆地烃源岩	(54)
第一节 烃源岩地质地球化学特征	(54)
一、烃源岩地质特点	(54)
二、烃源岩有机质丰度和类型	(57)
第二节 烃源岩演化成烃特征	(65)
一、烃源岩有机质演化特征	(65)
二、成烃模式	(66)
参考文献	(73)
第四章 中国东部裂谷盆地储集层与盖层	(75)

三、松辽盆地天然气地质的主要特点及其分布富集·····	(187)
第四节 中国东部裂谷盆地油气勘探前景·····	(190)
一、中国东部裂谷盆地油气资源潜力·····	(190)
二、中国东部裂谷盆地油气勘探前景与方向·····	(193)
参考文献·····	(194)

绪 论

沉积盆地是石油生成、运移、聚集和保存的基本地质单元，因此，石油地质理论研究和勘探实践首先涉及的问题是盆地的类型、形成条件和演化历史，只有搞清盆地的性质和发育特点，才能深入研究不同盆地石油生成的物质基础及其向烃类转化的条件，进而分析烃类运聚成藏的有利地区和成藏机理。按照这种思路，可以把石油地质理论的组成概括为成盆系统、成烃系统和成藏系统三部分，本书编写的主导思想就是以石油地质理论的这三部分内容为主线逐步展开的。

一、中国东部地区的成盆系统

中国周边北有西伯利亚板块，东有太平洋板块，西南为印度板块。三大板块在不同地质时期以不同的活动方式，不仅对中国的造山带形成和盆地的演化起着宏观控制作用，而且造就了中、新生代中国古大陆所处的板块构造格局。这种格局导致了我国东部地区成盆系统的形成。

(1) 印度板块北移、碰撞，使我国西部不断隆起，从根本上改变了我国大陆的古地理面貌，由早期西流水系变为现今的西高东低、大江东去的总趋势。在东部地区形成了群湖环山、群山环湖的壮丽景观。这是我国东部中、新生代陆相湖盆烃源赖以大量堆积的古构造、古地理环境。

(2) 太平洋板块向亚洲大陆俯冲，导致我国东部深层上地幔物质上涌，使上地壳拱张裂陷，形成众多大小不一的中、新生代裂谷盆地。这些裂谷盆地具有断裂发育、火山活动强烈、沉降速度快、陷落幅度大的特点。裂谷盆地沉积了巨厚的陆相生、储、盖岩系，油气资源十分丰富。

二、中国东部裂谷盆地的成烃系统

这部分的研究主要包括以下几方面内容：

(1) 裂谷盆地烃源岩的沉积学和岩石学特征、烃源岩有机质显微光学特征、烃源岩岩石地球化学特征、烃源岩有机地球化学特征，在此基础上分析有机质演化与成烃史。

(2) 裂谷盆地的沉积体系和储集层特征。

(3) 分析与烃源岩相配套的储、盖层条件，作为一个统一的整体具体剖析东部裂谷盆地的成烃系统。

三、中国东部裂谷盆地的成藏系统

成藏系统是石油地质理论中的核心内容，也是本书的重点。这部分的论述是通过构造演化史、沉积演化史和烃类生成运移史的分析，探讨其有机匹配关系和形成各具特色的成藏组合类型和模式。包括以下主要内容：

(1) 按裂谷盆地构造的演化阶段，即裂谷前期、裂谷断陷和裂谷拗陷期的地质构造来总结油气藏的形成条件和主要类型。

(2) 研究裂谷盆地成藏系统的组成和配套组合关系，进而总结裂谷盆地成藏系统的复杂性、特殊性。

(3) 剖析裂谷盆地油气藏的类型和分布特点，探讨油气藏的形成条件和模式。

(4) 在对东部裂谷盆地的成盆、成烃、成藏特征分析的基础上，总结东部裂谷盆地大油田分布规律及分析油气勘探前景。

第一章 中国陆块构造演化与中国东部裂谷盆地的形成

第一节 中国大地构造格局

一、中国大地构造的主要特征

与世界典型地区相比，中国大陆是由若干小陆块和微陆块及其间的造山带组成的拼合大陆，陆块规模较小，数量较多（图 1-1）。在地质历史上看，中国位于冈瓦纳与劳亚两个巨型大陆之间的过渡地区。中国古老克拉通呈较小规模碎块，刚性程度低，盖层变形强烈，后期构造活动较强。古生代以来，中国及邻区大地构造主要受到古亚洲域（晚古生代—中生代）和太平洋板块（中生代）在时间和空间上多期次叠加复合的影响，不同时期构造域具有叠加改造特点。广泛发育不同时期（从早元古代—新生代）多种类型的造山带，也普遍显示着多期次的构造作用历史。

在地质发展历史上，中国陆块明显具有多旋回分阶段的演化过程。晚元古代，古中国陆块形成，在古生代初发生全面裂解。古生代—早中生代，中国大地构造主要表现为冈瓦纳大陆的裂解、离散和以西伯利亚陆块为核心的亚洲大陆的增生。印支期后古中国陆块再次拼合，中生代以陆内造山为主，华北由近东西向构造转变为北东—北北东向。中生代明显受到特提斯构造域与太平洋板块活动的影响，主要表现为印度大陆与欧亚大陆碰撞，形成青藏高原和喜马拉雅山脉，同时太平洋板块对亚洲大陆作用增强，形成亚洲东缘的中生代山系以及现今西太平洋的沟—弧—盆体系和中国东部的裂谷盆地。因此，中国现今主要构造地貌均与中、新生代演化史有直接联系。

中国主要造山带组成复杂，有古老陆块或地体分布其中且涉及长期的构造活动。早期伸展普遍涉及陆壳的破裂与改造（如秦岭、兴蒙—天山），后期碰撞过程涉及早期阶段的构造拼接和晚期阶段陆内造山。

地球物理资料也表明，我国岩石圈具有显著的不均一性，陆块与造山带的深层构造存在明显的差异。从整体上看，深层构造呈东西向和南北—北北东向分带，以南北—北北东向分带最为显著，两者交切成块，构成不同规模的带、块结构，是晋宁—印支期古陆块南北对峙和现代陆块向太平洋分带综合作用的结果，反映中—新生代以来的地球动力学特征。自西向东，中国大陆地壳厚度具有明显的阶梯式分带，西部地壳加厚，中部地壳厚度较稳定，东部地壳向东减薄，并逐渐向太平洋洋壳过渡，其中以青藏边缘带环绕的青藏地壳加厚区和大兴安岭—武陵山带以东陆壳减薄区最为显著，这些地区也是中、新生代构造活动最强烈的地带（图 1-2）。

总之，中国陆块经历了元古代、古生代和中、新生代三次构造演化后，呈现若干稳定小陆块被若干活动的造山带（或断裂带）所围绕的大地构造特点。

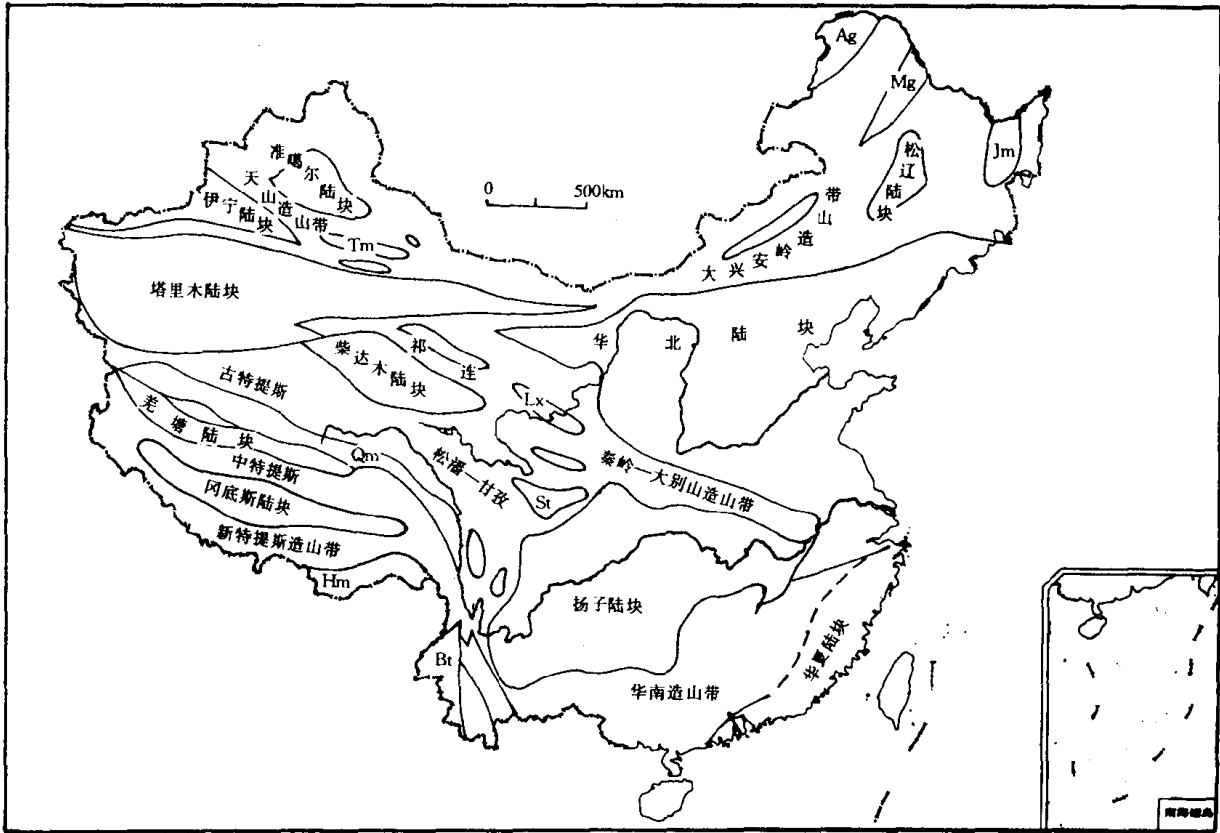


图 1-1 中国主要的大地构造单元 (据王鸿祯等, 1995)

Tm—吐鲁番—哈密陆块; Hm—喜马拉雅陆块; Qm—羌塘陆块; Qe—中祁连陆块; Jnr—佳木斯陆块;
 Bt—保山腾冲陆块; Sh—松潘陆块; Hg—北兴安陆块; Xi—锡林浩特陆块; Ls—澜沧—思茅陆块;
 Lx—陇西陆块; Ag—额尔古纳陆块

二、中国主要大地构造单元

(一) 中国主要大陆块体

1. 华北陆块

最终固结于早元古代末 (吕梁运动), 变质基底由太古代—早元古代变质岩系组成, 沉积盖层包括中晚元古代浅海相碎屑岩—碳酸盐岩、寒武纪—中奥陶世广海碳酸盐岩、晚石炭世—二叠纪海陆交互相含煤碎屑岩系; 中、新生代陆内裂谷盆地沉积主要为陆源碎屑岩和各种松散堆积, 东部岩浆活动强烈。

2. 扬子陆块

最终固结于晚元古代 (晋宁运动), 变质基底以中上元古界浅变质岩为主, 局部有晚太古代—早元古代变质岩系。沉积盖层较厚, 包括早震旦世磨拉石建造和冰碛岩, 晚震旦世—志留纪广海碳酸盐岩和碎屑岩, 泥盆纪—中三叠世海相碳酸盐岩、碎屑岩和海陆交替相含煤岩系; 晚二叠世西南部有裂谷活动, 在川西滇东有大面积的晚二叠世玄武岩流形成; 晚三叠世—中、新生代为陆内裂陷盆地型含煤碎屑岩建造、红色碎屑岩建造和含膏盐岩系, 中生代以

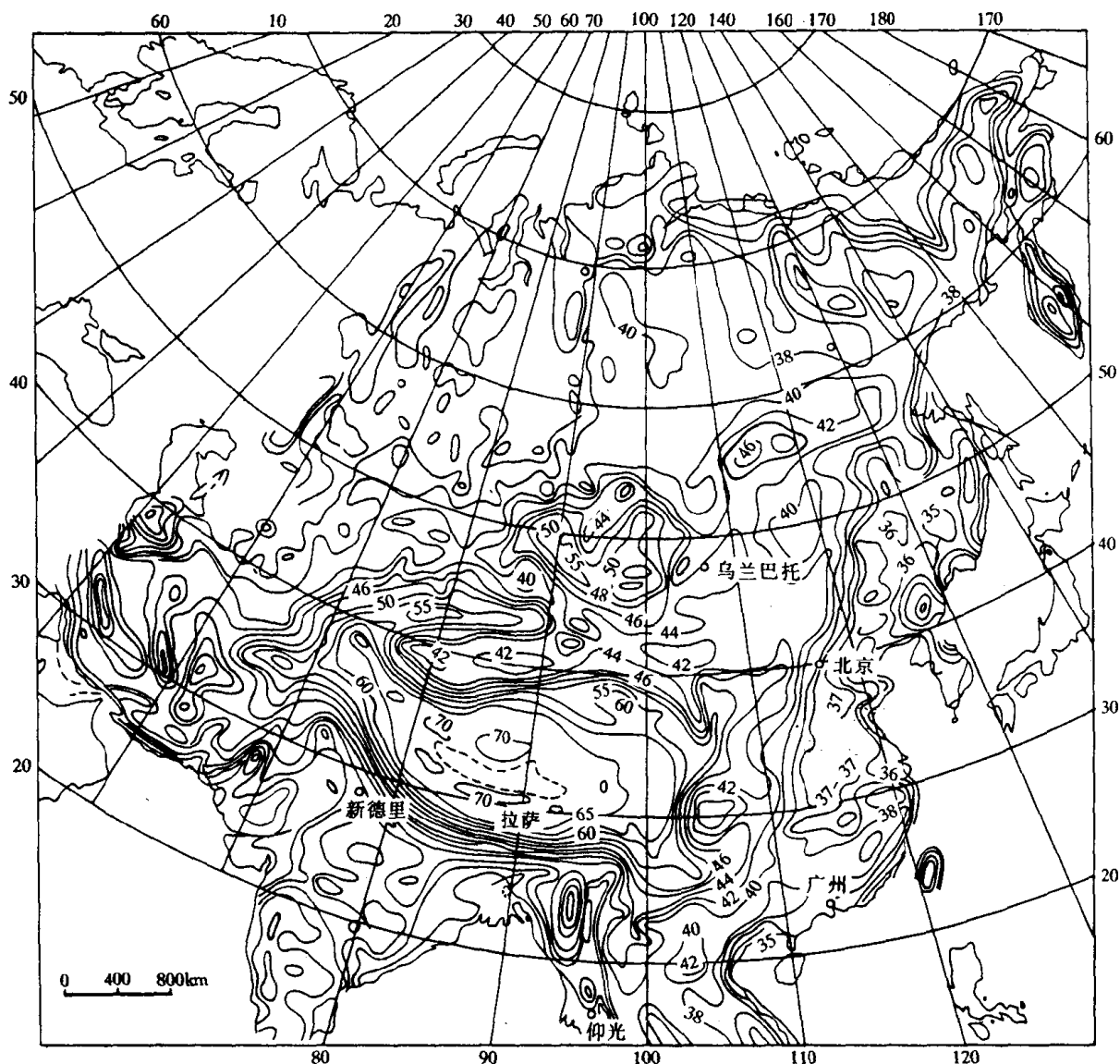


图 1-2 亚洲大陆地壳厚度分布图 (据王谦身, 1982) (图中数值为地壳厚度值, km)

来构造岩浆活动较强烈。

3. 塔里木陆块

位于天山与阿尔金-昆仑山褶皱带之间, 边界受大型逆冲断层和走滑断层控制, 形态上表现为菱形盆地, 北界为汗腾格里峰-巴轮台-库米什断裂, 南界为康西瓦断裂, 东侧为阿尔金断裂所限, 向西与图朗台地相连。陆块南侧以铁克里克断隆南缘的柯岗断裂为界, 与西昆仑造山带相邻。

该陆块经历了前震旦纪地台基底形成阶段, 震旦纪坳拉槽阶段, 古生代地台演化阶段和中、新生代前陆盆地发展阶段。盆地内部构造主要受海西晚期运动和喜马拉雅运动的影响。

4. 华夏陆块

是我国东南地区及大陆架的古老前寒武纪地块, 它以闽北为中心, 地跨浙南、赣东、粤北等地, 并可延伸于大陆海岸之外, 从印支半岛经南海、台湾到东海, 地层包括下元古界、中元古界和上元古界, 被震旦系不整合覆盖, 它们经历麻粒岩相-低绿片岩相变质。

5. 柴达木陆块

柴达木陆块前震旦纪基底结构和组成与华北相似，其上仅残存零星的早古生代地台型盖层，新生代下陷成盆地。中祁连、南祁连和柴达木陆块具有统一的前震旦纪基底，震旦纪冰碛岩构成基底上的第一个盖层，它们一起构成柴达木陆块，这是早中寒武世中国古大陆裂解时形成的一个小陆块，三者之间并未出现分隔性的大洋盆。

6. 准噶尔陆块

陆块中心被库尔班通古斯沙漠所覆盖，边缘发育第三系红层和第四系冲、洪积层，在双井子一带出露盖层性质的陆缘碎屑岩建造，所发现最老的地层为中上志留统，其上为上古生界、中—新生界沉积岩层。地球物理资料表明，其深部有前寒武纪基底岩系。

7. 松辽陆块

在晚中生代时形成北北东向的裂谷盆地，沉积巨厚的白垩系地层。盆地四周构造有围绕盆地转折的趋势。地球物理资料表明，松辽盆地具有陆块性质，钻孔资料表明下伏基岩为前寒武纪浅变质岩和燕山期花岗岩，南部有二叠系地层。

(二) 中国主要造山带

1. 东南造山带

位于扬子陆块与华夏陆块之间，主体为加里东期造山带，可进一步划分出晚元古代、早古生代、三叠纪和晚中生代（侏罗纪—白垩纪）4条造山带。

2. 阿尔泰—兴安岭造山带

为巨大规模的中亚—蒙古弧形造山带的一部分，东西长逾4000km，宽1000km以上。由一系列褶皱带和微陆块组成。从西到东包括阿尔泰造山带、兴蒙造山带、张广才岭造山带和延吉—西滨海造山带。

3. 祁连—秦岭—大别山造山带

自西向东由祁连造山带和秦岭—大别山造山带组成。

4. 天山造山带

天山地区有两条重要的构造边界，北部为博乐—星星峡断裂，南部为汉腾格里—库米什断裂，它们在库米什以东合并为一条断裂。天山与祁连造山带为统一褶皱带，由于阿尔金地块的楔状走滑使之分离，两者走向均为北西西向，并有中间地块。

5. 昆仑山造山带

位于青藏高原西北缘，存在两条不同时期的重要构造界线，北部为库地—苏巴什构造带；南部为麻扎—康西瓦—木孜塔格构造带，由此将昆仑山划分为北带、中带和南带。

6. 特提斯造山带

由原特提斯造山带（Z—O、S）、古特提斯造山带（C₃—P）、新特提斯造山带及昌都、羌塘、拉萨、喜马拉雅、保山等微陆块组成。

7. 台湾造山带

台湾处于现代的太平洋沟—弧—盆体系内，主要为新生代褶皱系，包括中央山脉造山带和海岸山脉造山带。

(三) 中国周边地区的主要大地构造单元

中国周边地区主要被西伯利亚、印度和太平洋板块包围。（图1-3）。

1. 西伯利亚板块

是以东西伯利亚地盾为核心的巨大板块，南部以达拉布特—卡拉麦里缝合带与哈萨克斯

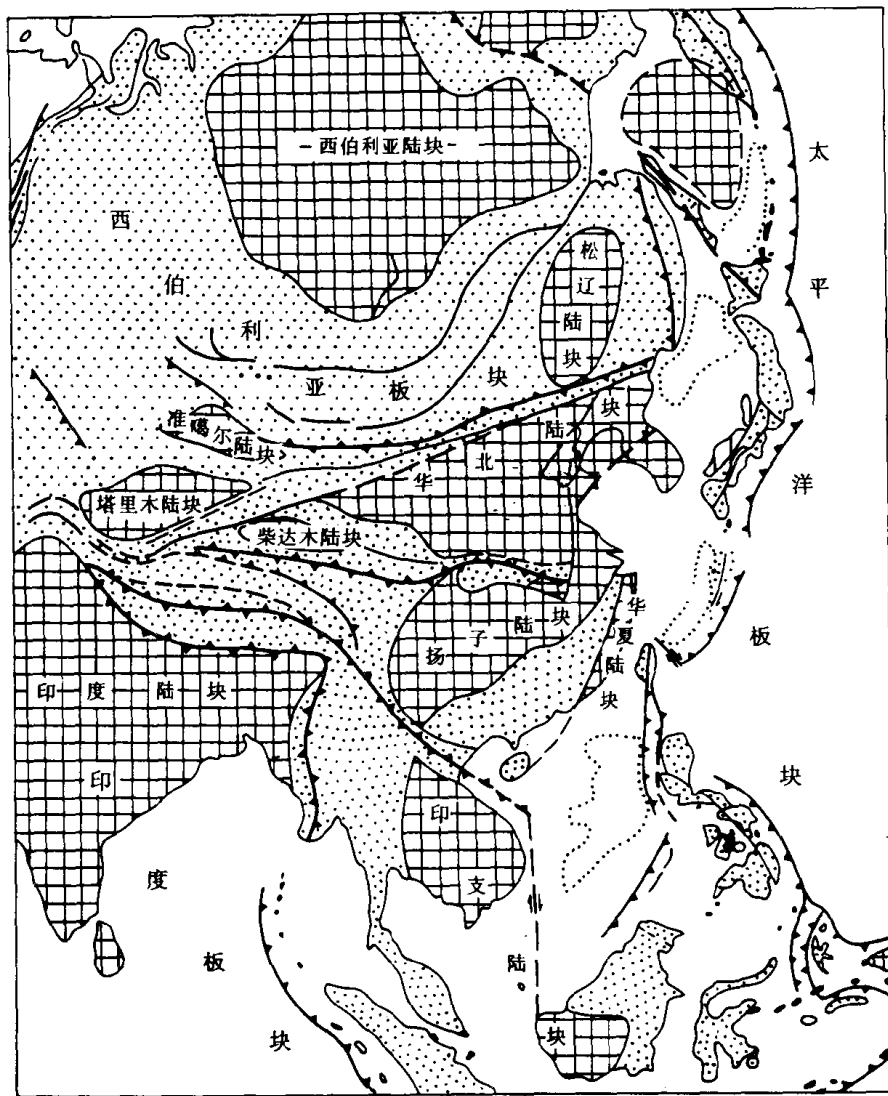


图 1-3 中国周边地区主要大地构造单元

坦板块相邻接，该缝合带向西与斋桑缝合带相连，向东与蒙古南部的佐伦山—内蒙贺根山蛇绿岩带相连，构成一条长约 3000km，向南呈弧形的东西向缝合带，为西伯利亚板块向南洋盆最后消减闭合的标志。

2. 印度板块

北部边界为喜马拉雅山脉，与欧亚板块相接；西部边界为中印度洋海岭，与索马里板块相邻，以欧文断裂与阿拉伯板块相接；东部以东印度洋海沟为界，与太平洋板块相接；南部边界为东西走向的东南印度洋海岭。印度板块包括印度半岛、澳洲及其周围大面积的洋壳。印度及澳洲大陆在古生代—中生代时期均为冈瓦纳大陆的组成部分。我国雅鲁藏布江以南的藏南地区系印度板块向北的延伸部分，在喜马拉雅地区出露有前震旦系的结晶基底、震旦—寒武系、古生界—中生界的海相稳定性盖层。

3. 太平洋板块

太平洋板块是地球表面最大的板块，全部由洋壳组成。东以太平洋中隆为界，与较小的胡安德富卡板块、可可板块及纳兹卡板块相接；北、西、南界均为深海沟，分别与阿留申岛弧、日本岛弧、菲律宾板块及印度板块相接；南部以海岭同南极洲板块相接。太平洋板块在西部的海沟带俯冲，形成了西太平洋边缘的沟—弧—盆体系。

第二节 中国（古）陆块的演化

一、概 述

中国（古）陆块构造的演化，主要经历了元古代、古生代及中、新生代三大阶段。而现今中国陆块的大地构造格局和展布特征，则主要是中、新生代构造演化及其对前两次构造面貌改造和叠加作用的结果。

元古代阶段是中国原生古陆块形成和增生演化过程，晚元古代后期的晋宁运动使华北陆块与扬子陆块拼合一体，构成古中国（陆块）台地。

古生代阶段中国陆块构造的演化特点主要表现为陆块的再次裂解到再次拼合的过程。晋宁运动后期到早古生代初期（中寒武世至奥陶纪）古中国陆块再次解体张裂形成洋盆，不同的陆块重新被形成的小洋盆分隔，将古中国陆块分隔为华北、扬子、塔里木、准噶尔、柴达木、华夏等主要陆块及若干小陆块。从早古生代晚期（加里东晚期）开始，分隔的各陆块又重新拼接。到晚古生代末期至中生代初期（印支期），除西藏等所处的特提斯构造域地区外，其它各陆块已基本拼接一体，并与西伯利亚、哈萨克斯坦、印支等陆块相连构成古亚洲大陆。

中、新生代中国陆块处于太平洋、印度、西伯利亚三大板块呈三角形的夹持之中，受这三大板块的相互作用和制约，中国陆块在古生代及其以前形成的构造基础上，进一步加以改造和叠加，并最终形成以贺兰—六盘山为界的中国陆块东部构造区和中国陆块西部构造区的基本构造格局。中国陆块东部构造区主要受太平洋板块中生代北北西方向和新生代北西西方向的两次大规模俯冲、挤压作用及西伯利亚板块阻挡制约，同时印度板块新生代对中国陆块的强烈碰撞挤压作用，也加速了中国东部深部地幔物质的热扩张活动。在上述几种因素作用下，中国东部形成以东北、北北东方向为主的断裂系统和隆起带和沉降带相间的裂谷型构造系统。中国陆块西部构造区，中、新生代主要受印度板块的强烈碰撞、挤压作用及西伯利亚板块阻挡的制约，使西部陆块不断压缩、隆起，形成以北西和北西西方向为主的断裂系统、造山带和前陆盆地共存的挤压型构造系统。

本文着重论述中国东部陆块构造的演化特点和规律。

二、中国东部陆块构造的演化

中国东部陆块主要由华北陆块、扬子陆块、华夏陆块以及东北地区的松辽陆块、佳木斯陆块等组成。其演化过程也主要经历了元古代、古生代和中、新生代三大阶段。

（一）元古代阶段

元古代时期华北陆块是中国最早固结的北方大陆的核心部分，大体在 25~20 亿年前形成。扬子和华夏陆块是中国南方大陆的组成部分，大体在 20~17 亿年前形成。松辽和佳木斯陆块是东北地区形成较晚的陆块，大体在 10~8 亿年前形成（晚元古代早期）。因此，中国东部陆块从北向南明显地是由不同时间形成的三部分陆块构成的。至晚元古代晚期的晋宁运动，这三部分陆块拼接构成元古代中国陆块的主体。

元古代时期，中国东部陆块大多处于低纬度温暖湿润的陆表海环境，华北和扬子陆块均沉积了一套富含有机物质的碳酸盐岩，成为中国东部最老的含油气地层。

(二) 古生代阶段

早古生代初期，中国东部陆块再次张裂。从早寒武世开始，东部陆块在从低纬度向北漂移的过程中，华北陆块、扬子陆块、华夏陆块及东北的松辽陆块和佳木斯陆块均被新生的小洋盆分隔。但这次分隔时期较短暂，从加里东晚期开始，分隔的各陆块又开始碰撞拼合。到古生代晚期，华北陆块与松辽陆块相碰并与西伯利亚板块连成一体，形成兴蒙造山带；同时，扬子陆块与华夏陆块也发生陆—弧—陆碰撞，最终在印支期形成东南造山带。同一时间华北陆块与扬子陆块从东向西逐渐碰撞造山，形成秦岭—大别山造山带。

中国东部陆块在晚古生代至印支期连成一体后，整个陆块从北向南呈现明显的三分性，即东北陆块区、华北陆块区和华南陆块区，每个陆块之间均被近东西向的造山带分隔。东北陆块区古生代时期主要形成海拉尔、二连及松辽等一系列前陆盆地，堆积了一套从海相、海陆交互相到陆相的石炭—二叠系的含煤碎屑沉积，形成东北陆块区的古生代含油气层系。华北陆块区古生代时期主要表现为下古生界的浅海碳酸盐岩沉积和上古生界海陆交互相的含煤碎屑沉积，形成华北陆块区的古生代含油气层系。华南陆块区古生代时期主要为以海相碳酸盐岩、碎屑岩及煤系地层为主的沉积，形成华南陆块区的古生代含油气层系。

(三) 中、新生代阶段

中国东部陆块经过晚古生代—印支期的构造变革进入中、新生代发展阶段后，对东部陆块的东北、华北、华南三个地区构造演化起主导作用的因素是太平洋板块、印度板块、西伯利亚板块不同时期不同方式的挤压作用。

侏罗—白垩纪时期，太平洋板块开始强烈扩张，对中国东部陆块产生北北西方向的俯冲、挤压。由于受西伯利亚板块的阻挡和制约，在东北和华北地区产生左旋剪切应力场，不但形成一系列北东、北北东方向裂谷盆地，同时还形成以郯庐断裂为代表的北东、北北东向走滑断裂系统和北西、北西西张性断裂系统。因此，这一时期东北、华北地区是裂谷盆地的第一次形成发育期，除松辽盆地同时期进入拗陷发育阶段外，其余裂谷盆地均处于断陷发育阶段。华南地区虽然也受到太平洋板块的影响，但由于晚侏罗世中特提斯洋已闭合，拉萨陆块已与华南陆块拼接，印度板块对拉萨地区的强烈碰撞挤压已影响到华南地区，因此，华南地区的裂谷盆地不发育，仅零星分布。

晚白垩世—第三纪时期，太平洋板块对东部陆块的俯冲、挤压方向由北北西转向北西西运动，同时印度板块继续向北向东推动，使这一时期华北地区产生右旋剪切应力场，形成华北陆块上的渤海湾、南襄、江汉、江苏等一系列裂谷盆地，这是华北地区第二次裂谷盆地发育期。在剪切拉张应力作用下，形成以北北东为主、北西西为辅的两组断裂系统，以及受这两组断裂系统控制的大小断陷，集中体现了裂谷盆地断陷发育的特点（图 1-4）。同时期的东北地区，由于其东部日本海的形成，使太平洋板块的俯冲位置向东偏移，故太平洋板块对东北地区的影响大大减小，东北地区已形成的中生代裂谷盆地此时期进入拗陷平衡阶段，而没有第二次大规模断陷。华南地区则主要受印度板块中新世以来向东方向的强烈挤压及东南

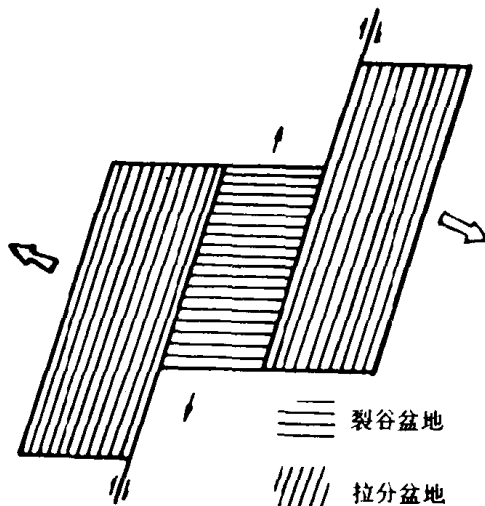


图 1-4 渤海湾盆地伸展模式图

台湾岛弧隆升的影响，此时除江汉、江苏一些中、小盆地外，大部地区主要处于隆升状态，缺少第三系沉积。

第三节 中国东部中、新生代裂谷盆地的形成

一、中国东部陆块构造的主要特征

(一) 深部构造与地球物理特征

中国东部大陆边缘布格重力异常、深部构造（图 1-5，图 1-6）都表现为北北东走向，同浅部构造保持非常好的一致性。中国东部的布格重力异常沿贵阳、西安、呼和浩特构成布格重力异常的东西分界线，而且布格重力异常值向东明显升高。大兴安岭、太行山以及向南的巫山、武陵山一带构成非常明显的重力异常梯度带，异常值迅速增高。进入盆地地区，重力异常走向总体仍表现为北北东向，并向东逐渐增加，但不明显，更多的是表现为围绕盆地形成的一系列闭合的等值线，并在盆地内形成高值区。

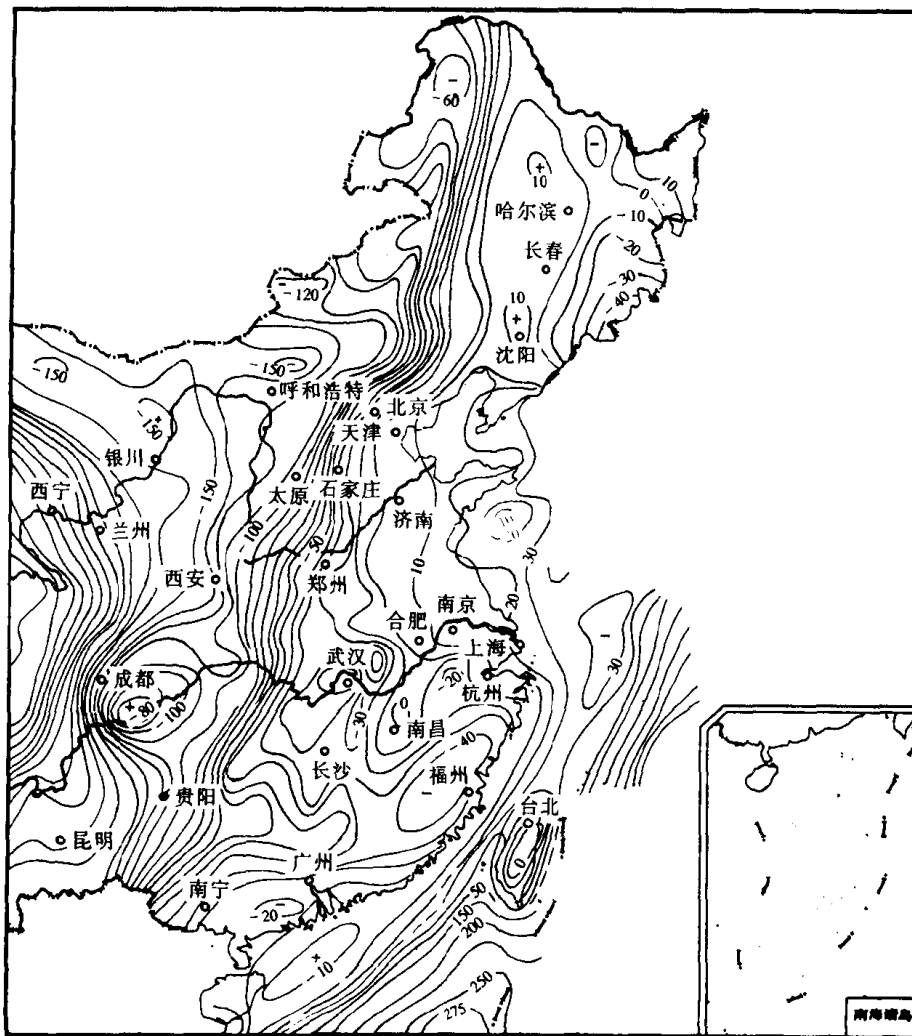


图 1-5 中国东部布格重力异常图（等值线单位：mGal）

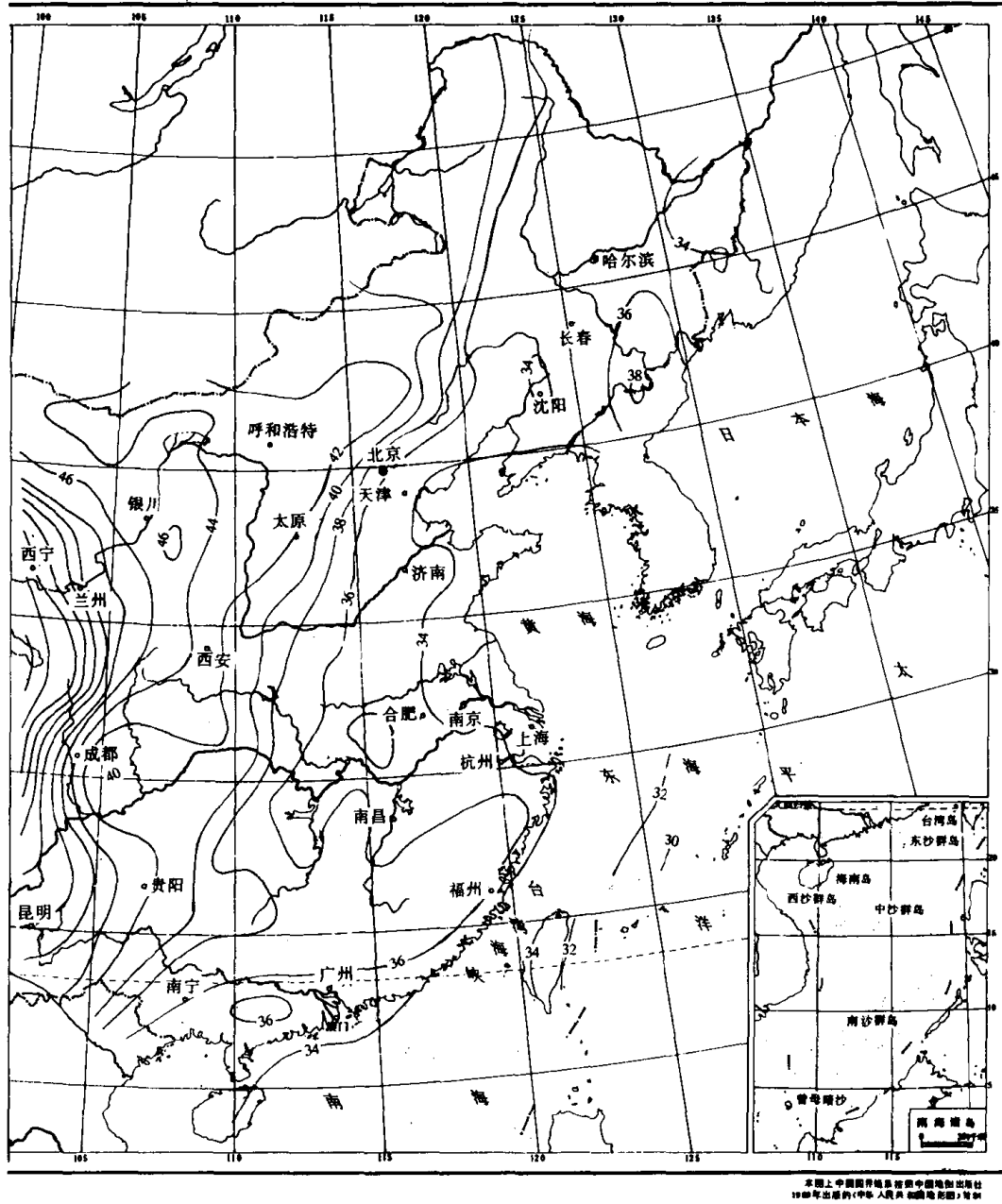


图 1-6 中国东部莫霍面深度图 (等值线单位: km)

中国东部重力异常梯度带从北向南也可以划分为三段，各段之间有明显的曲线弯曲，形成各段的自然分界。东北表现为北北东走向的规则闭合曲线，华北基本是向东逐渐升高，而华南规律性不明显，主要表现为一系列小规模闭合异常值。

中国东北地壳厚度等值线图与布格异常等值图在展布形式上基本相同，沿着北北东走向的布格重力异常梯度带是地壳厚度的骤变带，由大于 40km 迅速减小为 36km 左右。地壳厚度向东仍表现为减薄趋势，但已明显受盆地构造控制。华北、东北地壳厚度变化比较简单，华南比较复杂，地壳厚度相对也较大。

中国东部裂谷区岩石圈也存在大幅度减薄和软流圈隆起，最近几年在中国东部所做的几条剖面都证实了这一现象。中国东部灵璧—奉贤 (HQ-13) 地学断面，西起安徽灵璧，经