

中国东部 大陆裂谷与油气

谯汉生 纪友亮 姜在兴 著

石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

中国东部 大陆裂谷与油气

譙汉生 纪友亮 姜在兴 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从中国东部白垩至第三纪沉积盆地区域地质与构造类型、地形地貌特征和区域地质特征入手,系统论述了中国东部白垩至第三纪沉积盆地的构造成因类型、中国东部大陆裂谷系构造体系、中国东部大陆裂谷沉积层序,以及中国东部大陆裂谷盆地的石油与天然气资源分布。

本书可供从事油气勘探、含油气盆地综合研究、资源评价等的技术人员和大专院校有关专业教师、研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国东部大陆裂谷与油气/谯汉生等著.

北京:石油工业出版社,1999.9

ISBN 7-5021-2550-7

I. 中…

II. 谯…

III. ①大陆裂谷-区域地质-研究-中国-东-白垩纪~第三纪

②大陆裂谷-油气田-矿床成因论-研究-中国-东-白垩纪~第三纪

IV. P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 60025 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

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 开本 12 $\frac{1}{4}$ 印张 300 千字 印 1—1000

1999 年 9 月北京第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2550-7/TE·2079

定价:19.80 元

前 言

中国东部大陆及近海是我国白垩、第三系含油气盆地最集中分布的地区，如松辽、依兰—伊通、渤海湾、南襄、苏北、江汉、白色、北部湾等沉积盆地。它们具有丰富的油气资源，已经在长期的勘探活动中发现了一大批大、中、小型油气田，探明的石油地质储量和原油产量均居我国各大区的前列。

中国东部大陆中新世代裂谷或由裂谷原型盆地演化成的复合盆地，主要成生于印度大陆板块与欧亚大陆板块之间的挤压，以及中国大陆板块与太平洋板块之间的剪切走滑和相对仰冲、俯冲的运动过程中。在这种区域构造背景中，松辽盆地由晚侏罗世、早白垩世的走滑—伸展断陷盆地，演化为晚白垩世的活动大陆边缘弧后裂谷—前陆盆地；渤海湾盆地则在晚侏罗世、早白垩世、早第三纪等多期多旋回走滑—伸展断陷活动中，由被动裂谷演化为主动裂谷，并在晚第三纪大规模热释放沉降活动中，由先前分割的断陷盆地，演化为统一的拗陷沉降盆地。与此同时，江汉、苏北等大陆裂谷盆地，由于受到的挤压作用较强，在始新世中、晚期之后，逐渐成为后期衰退的裂谷盆地。

大陆裂谷盆地的上地壳，为中新世代后裂谷期拗陷与同裂谷期断陷的盖层叠复构造；中地壳为低速高导层的塑性流变构造与犁式大断层的伸展滑脱构造；下地壳内有基性、超基性岩墙、岩株形成的底辟构造，并引起下地壳底部附近不连续的莫霍面隆起；有些多旋回强烈伸展和断陷的沉降中心地带，还具有明显的上地幔低速高导层隆起对应。从而形成了大陆裂谷盆地普遍具有的三元或四元层圈对应的地壳岩石圈构造。中国东部大陆裂谷盆地的伸展断陷，主要以中地壳软流层的塑性流变和向断隆内贯入，以及边界条件相对自由和相对低位的太平洋方面为应变空间。

大陆裂谷盆地受晚侏罗世至第三纪多旋回走滑—伸展构造活动控制，形成了不同时序与不同级次的走滑—伸展断裂构造体系。其中，沉积盖层中的走滑—伸展断裂构造，在平面上多呈近南北向或近东西向 X 型，NNE 向雁行断裂及伴生的拖曳构造形变尤为醒目；沿大型走滑—伸展断裂（多为犁式断层）带下降盘，沉积层中常出现同生的阶型、Y 型断裂，以及“逆牵引”背斜、滑动挤压背斜或塑性岩体拱张背斜构造形变。基底卷入型走滑—伸展断裂带，同时控制了下降盘断槽内的生油深洼陷与上升盘潜山披覆背斜带的对应发育。有些盆地或断陷边界上的走滑—伸展断裂构造体系，明显受到晚白垩世与晚渐新世等期正反转构造活动的改造，有不同时序与不同级次的冲断与逆掩构造生成。

东部大陆裂谷沉积主要受裂谷伸展断陷—挤压拗陷构造旋回和潮湿—干旱古气候旋回控制，形成了多层叠复的湖盆沉积层序。多旋回的裂谷伸展断陷与潮湿气候复合，形成了多套的水进体系域沉积——相对封闭的半深湖与深湖相暗色泥岩夹浊积岩沉积。它们在全盆地范围内广泛分布，层层超复在高水位体系域至下降体系域的河湖三角洲砂岩体等沉积层之上，不仅形成了区域性的烃源岩层—三角洲砂岩—烃源岩层（上生下储或成为地层孔隙流体压力封盖层）的成油组合，而且还形成了大量的潜山披复背斜圈闭、走滑—伸展背斜构造圈闭和地层超复圈闭。因此，代表着裂谷伸展断陷旋回与潮湿气候旋回复合形成的水进超复沉积层序与发育程度，从宏观上决定了裂谷盆地油气富集程度与成油组合及成藏体系在时间与空间

上的有序分布。

东部大陆裂谷盆地的石油与天然气分布具有不均衡性。大量的石油主要富集在伸展断陷构造层中（渤海湾盆地近海区的后裂谷拗陷构造层中也有油气富集）。由两套水进体系域暗色泥页岩夹三角洲、扇三角洲与水下扇砂岩以及生物礁、滩灰岩的成油组合中，富含油气。潜山披覆背斜、走滑—伸展断裂同生牵引背斜与地层超复等是油气相对富集的成藏体系。在东部大陆裂谷含油气盆地中，除了已经发现的众多的大中型油气田外，还有大量的隐蔽油气藏存在。而对隐蔽油气藏的进一步探索和发现，在很大程度上有赖于对大陆裂谷石油地质规律性认识的不断深化，有针对性的现代地球物理勘探技术方法的综合应用，以及熟知现代石油地质理论与熟练应用勘探技术方法的科学技术人才对科研与勘探领域的占领。

作者认为，宏观控制微观。整个亚洲与西太平洋的大地构造，控制了中国东部大陆裂谷盆地构造与盆地中含油构造（包括一些火山岩体）的性质、类型及其时间空间分布规律。东部大陆伸展断陷—挤压拗陷构造旋回与潮湿—干旱古气候旋回复合，共同控制了大陆裂谷湖盆的沉积层序、成油组合与大量地层岩性圈闭及混合型圈闭的时间空间分布规律。因此，只有不断加深对于盆地构造旋回、沉积层序、成油组合与成藏体系内在联系的详细研究，才有可能进一步深化大陆裂谷盆地油气分布规律的认识。这正是作者编著此书的初衷。

本书的前言、第一章、第二章、第三章与第五章由谯汉生编著，并负责全书的统篇。第四章第一节由纪友亮编著；第四章第二节由谯汉生、纪友亮编著；第四章第三节由姜在兴编著。

值此书问世之际，谨向关心和支持本书出版的石宝珩教授、傅诚德教授、关德范教授、张家茂教授、周家尧高工、张树国高工、陈增智博士等，致以诚挚的感谢。

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 中国东部白垩第三纪沉积盆地区域地质与构造类型	(6)
第一节 中国东部白垩第三纪沉积盆地地形地貌特征	(6)
第二节 中国东部白垩第三纪沉积盆地区域地质	(7)
一、吉黑裂谷系	(8)
二、华北裂谷系	(14)
三、江汉裂谷系	(20)
四、苏北—南黄海裂谷系	(23)
五、东海裂谷系	(25)
六、南海北部裂谷系	(28)
第三节 中国东部白垩第三纪沉积盆地构造成因类型	(30)
一、沉积盆地构造成因分类原则	(30)
二、中国东部含油气盆地构造成因类型	(32)
三、大陆(克拉通)裂谷盆地	(34)
四、活动大陆边缘的弧后裂谷—前陆盆地	(45)
五、稳定大陆边缘裂谷系	(59)
六、陆间裂谷系	(63)
七、地堑盆地	(65)
第三章 中国东部大陆裂谷构造体系	(69)
第一节 走滑断裂构造	(69)
一、东部大陆裂谷下第三系中展布的右旋走滑断裂构造系统	(69)
二、渤海湾盆地走滑断裂构造带的类型与动力学演化特征	(74)
第二节 伸展断裂构造	(78)
一、断陷中的伸展断裂构造带(二级构造带)	(78)
二、断陷(凹陷)伸展断裂构造	(82)
三、裂谷盆地伸展断裂构造	(84)
第三节 反转断裂构造	(88)
一、正反转构造	(88)
二、负反转构造	(93)
三、反转构造展布的时空规律	(95)
第四节 东部大陆裂谷多旋回构造演化模式	(96)
一、挤压隆起—剪切滑动—陆壳重熔阶段	(97)
二、断块体斜滑—钙碱性火山岩喷发—初始断陷阶段	(99)
三、断块体扭转—碱性玄武岩喷溢—伸展断陷阶段	(99)

四、整体拗陷沉降阶段	(100)
第四章 东部大陆裂谷沉积层序	(102)
第一节 沉积层序划分	(102)
一、层序的级次	(102)
二、湖盆类型与湖平面变化的控制因素	(102)
三、大陆裂谷盆地的沉积基准面和可容空间	(104)
四、裂谷边界断裂活动的阶段性与层序的级别	(106)
第二节 东部大陆裂谷盆地沉积层序	(108)
一、初始裂谷期超层序	(108)
二、伸展裂谷期超层序	(114)
第三节 东部大陆裂谷盆地层序的形成机制	(124)
一、构造运动对层序发育的控制	(124)
二、气候对层序发育的控制	(127)
三、构造旋回与古气候旋回对东部大陆裂谷盆地沉积层序的共同控制作用	(131)
第四节 东部大陆裂谷层序地层与油气预测研究（以惠民凹陷西部为例）	(137)
一、区域地质概况	(137)
二、不同级序层序地层界面的识别标志	(137)
三、层序地层格架的建立	(141)
四、构造运动与层序地层的关系	(142)
五、层序地层分析	(144)
六、层序和体系域的时空展布及演化	(145)
七、在油气预测中的应用	(154)
第五章 中国东部大陆裂谷盆地石油与天然气	(158)
第一节 东部大陆裂谷盆地的石油与天然气资源	(158)
一、东部大陆裂谷盆地油气资源预测	(158)
二、东部大陆裂谷盆地石油储量	(159)
第二节 东部大陆裂谷盆地大油气田	(163)
一、东部大陆裂谷盆地大油气田的不均衡分布	(163)
二、东部大陆裂谷盆地大油田油藏类型分布	(165)
三、东部大陆裂谷盆地大油田成藏体系与油气分布	(167)
主要参考文献	(185)

第一章 绪 论

断陷构造是地壳上普遍存在的一种构造形式，并且与逆冲构造和走滑构造一起，既分别代表着伸展、挤压与剪切三种不同构造作用状态下产生的典型构造成因类型，又常在较大尺度的地域内相互依存，或在相当长的地史阶段内发生相互转化。

Esuess (1985) 最早用地堑来界定那些两侧由边界正断层局限的下陷的构造带。后来，人们根据边界正断层在地堑中的结构形式，又把地堑分为单边地堑（半地堑、不对称地堑）、双边地堑和楔形（一对倾向相对和相交的正断层围成的地堑，平面为扇形）地堑等，主要是用它们来描述那些不同形式边界断层组合与不同形态的断陷构造形式。

Gregory (1894) 在研究东非大裂谷时，首先使用了裂谷 (Rift valley) 一词，用来描述东非那种有火山与地震活动的、狭长而深陷的大型断陷带。后来，Burke (1980) 将裂谷盆地定义为“整个岩石圈厚度在伸展中破裂了的地域上的狭长凹陷”。这个定义第一次将裂谷与地壳的伸展减薄联系在一起，并赋予了地球动力学上的内涵。当今许多地质学家都认识到，裂谷盆地是地壳断陷和伸展减薄过程中形成的裂陷沉降带，并且大体上存在与裂陷沉降带对应的地壳深部地幔物质向上侵位的底辟带与大地热流异常带。而且许多大陆上的裂谷盆地的成生，最初是由张剪性大断裂或压剪性大断裂活动触发，并在重力作用参与下，断块体沿正断层面两侧作背离的斜向滑动，引起断陷逐渐加深和地壳逐渐减薄而形成的。

地堑（断陷）盆地与裂谷盆地既相互区别又紧密联系在一起，它们之间的关系主要在于：

(1) 地堑（断陷）盆地与裂谷盆地，都是地壳上的断陷构造，但前者主要是指那些地壳表层或地壳上部产生的由正断层围限的在断层槽谷中形成的沉积盆地。它们的边界正断层一般只切入地壳上部的沉积盖层或埋藏较浅的基岩；边界断层的断面较陡直；地堑（断陷）盆地的规模较小；较粗的断陷沉积物中可能夹有中酸性的火山岩，很少或几乎不存在来自幔源的火山岩浆活动；盆地内部没有地壳的伸展减薄现象。后者则相反，控制裂谷或断陷的边界正断层，切穿了上地壳并达到中地壳软流层或下地壳更深处；断层有明显的犁式形态，盆地或其中断陷的规模较大；多旋回的断陷沉积中常夹有多层基性火山岩，基性火山岩主要来自上地幔；盆地内部地壳有明显的伸展减薄现象和地幔隆起。

(2) 地堑或断陷既可作为单独的盆地构造单元存在又可以依附于裂谷盆地，成为其中的次级构造单元。裂谷盆地是独立的盆地构造单元或大地构造单元，裂谷盆地中往往包含了许多断陷带或地堑（断陷）。

(3) 地堑（断陷）盆地不一定能形成裂谷，而裂谷在成生演化过程中，总要经历地壳上部发生断陷的过程。

裂谷在地壳上分布很广。在大陆克拉通、稳定大陆边缘与洋中脊，都有裂谷存在。在克拉通内部或陆块拼合带上，沿着深大断裂带发展形成的裂谷系，著名的有东非裂谷、红海裂谷、北海裂谷、莱茵裂谷、贝加尔裂谷和渤海湾裂谷等。在稳定大陆边缘，陆壳的离散伸展，以及由此引起的由陆壳向过渡壳或洋壳的转化，往往形成一系列裂谷盆地，如西非大陆边缘，以尼日利亚、加蓬、刚果与安哥拉西部近海尤为典型。此外南中国海北部大陆边缘，

包括珠江口盆地、西沙北海槽—台西南盆地与南海中央小洋盆等，均有由大陆边缘裂谷、过渡性地壳裂谷（边缘海裂谷）到原洋裂谷的裂谷系列存在。在洋中脊，也有裂谷生成。深海钻探计划（DSDP）的报导中，在大西洋和印度洋等的洋中脊的一些地段中，见有裂陷颇深的海底断陷，沿断陷槽谷底部分布着基性火山链或岩墙，以及具有高热流的金属卤化物与远洋沉积等。除了上述的大陆克拉通、稳定大陆边缘和洋中脊普遍有裂谷分布外，在活动大陆边缘的一些特定的区域内，也有裂谷断陷带出现。如西太平洋大陆边缘的弧后扩张带——日本海、冲绳海槽与东海等盆地，以及印度尼西亚岛弧弧后的苏门答腊与西爪哇早第三纪裂谷原型盆地等。

地壳断陷与裂谷活动的历史，似乎可以追溯到隐生宙。在澳大利亚昆士兰的伊沙内山（Mount Isa Inlier）区有元古代裂谷层序的报导（K. A. Eriksson 等，1991）。在中国，中晚元古代的燕辽与豫西深断槽（马杏垣，1960，1962，1982），可能就是华北地台边缘向内部的古裂谷，内中有近万米的红层与硅质碳酸盐岩系，并伴有碱性玄武岩与安山岩喷发。震旦纪至中寒武世，新疆邻区的哈萨克斯坦，西起科克切塔夫，东到巴尔喀什湖和伊塞克湖，发生裂谷并形成洋盆（肖序常等，1990）；在准噶尔与塔里木板块之间，也有早古生代中天山洋的扩张（黄汲清、姜春发等，1990）。奥陶纪、志留纪，分裂中天山与伊宁地块和塔里木板块的南天山洋生成（王鸿祯，1982，王作勋，1986）。石炭二叠纪，在羌塘与塔里木板块间，有北特提斯海的扩张（黄汲清，1987）。二叠纪与三叠纪，在扬子板块西部出现了康滇大裂谷与峨嵋玄武岩（从柏林，1973；罗志立，1992；潘杏南等，1987；张云湘、骆耀南、杨崇喜等，1988）。但是，从全球范围来看，晚古生代以前的许多古裂谷，不是被后来多期的强烈挤压卷入褶皱带或隆起带，并遭到侵蚀，就是被后来多期的断陷作用改造，并沦为中新世巨厚沉积岩掩埋下的地质体，而难以确认其本来面目。所以，真正全球性的裂谷活动，或者从某种意义上讲，大量保存比较好的易于发现的裂谷盆地，主要是在二叠纪以后与中生代成生的；而且分别在二叠纪、三叠纪、晚侏罗世—早白垩世、晚白垩世末—早第三纪与晚第三纪等五个地史时期，成为裂谷活动的兴盛期。在前面所提到的分布于地壳上各大构造单元上的裂谷，都可以在这几个裂谷兴盛期内，找到它们所经历过的那段裂谷活动的时间空间轨迹。这种现象不能不和二叠纪与三叠纪以来，特别是中生代以来，地球膨胀引起全球板块活动兴盛，以及大西洋和太平洋，先后在三叠纪和侏罗纪张开有关；同时，也与这些地壳上的较为年青的裂谷盆地，大部分还来不及被后继的不同性质的构造作用改造而改变性态，比较容易被发现和确认有关。

裂谷盆地含有丰富的自然资源，常见的就有几十种，如液态石油、沥青、可燃天然气、二氧化碳、硫化氢、稀有气体、钾盐、岩盐、石膏、芒硝、天然碱、含稀有元素的高矿化度卤水、煤层、油页岩、硅藻土、沸石、硅酸钠、磷酸盐与高温地下水或水蒸气等，甚至在一些裂谷内（特别是它的基岩内），还有铜镍矿、铅锌矿、铁矿和钒钛磁铁矿等。但是，普遍引起人们兴趣的并不仅仅是裂谷盆地内众多的矿产种类，而是那些在现代技术条件下易于开采的、比较富集的、有经济价值的矿种，例如在中新生代裂谷中普遍富集的能源矿产、盐类矿产与某些金属矿产等。由于裂谷盆地具有近物源、高沉积速率、相对封闭的沉积环境和高地温，有利于有机质的富集、保存并转化成烃类物质；生成的烃类物质就近运移到同生断层伴生的构造圈闭和频繁水进水退与沉积相变形成的地层岩性圈闭中去，形成复式油气聚集。因此，最近几十年来，就世界范围而言，对裂谷盆地的研究和油气等矿产资源的勘探活

动，一直持久不衰，已先后在莱茵地堑、北海、西非近海、巴西东岸、澳洲南部边缘与中国东部大陆及近海大陆架等许多地区，发现了含有丰富石油与天然气的盆地和油气区。最近一段时期，对裂谷盆地的研究和油气勘探的热点之一，已集中在南中国海及其附近的东南亚地区。显然，对裂谷盆地的调查研究和油气勘探以及资源的综合利用，已经产生并将继续产生良好的社会效益和经济效益。随着人类对利用自然资源需求的增长，科学技术手段的更新，对在平原地区和近海大陆架区已经发现的裂谷系的研究和油气勘探开发，会进一步发展深化，对处于自然地理条件比较恶劣，或地质条件比较复杂地区的裂谷盆地的调查研究和油气勘探活动，也会进一步开展起来。

很早以来，中国一些著名的地质学家就开始了东部大陆沉积盆地的研究，并在中国地质学与油气勘察的各个历史阶段上发挥了相当重要的作用。李四光（1953）将中国东部划分为三个沉降带，认为属于新华夏多字型构造体系，是亚洲大陆东部相对太平洋左旋运动的结果。陈国达（1959，1965，1982）提出，东部地区的块状断裂与陆相盆地，属于地台活化阶段的地洼。黄汲清（1977，1980，1982）认为，板块学说把地槽学说提高到一个新的认识阶段；中国东部属于滨太平洋构造域，由于太平洋板块沿毕鸟夫带向亚洲大陆强烈俯冲形成的典型的大陆边缘活动带。张文佑（1963，1984）提出，亚洲大陆向太平洋蠕散，大陆地壳上部边界条件相对自由而拉张断陷。马杏垣（1981，1984）认为，中国东部中生代地堑系和裂谷带是地壳沿犁式断裂拉张减薄形成的裂陷构造。王鸿祯（1983）提出，侏罗白垩纪滨太平洋构造域形成，太平洋板块的俯冲控制了弧后的中国东部。王尚文等（1983）认为，正是这种俯冲作用，造成了地幔上隆与地壳减薄，并形成裂谷盆地。郭令智（1986）进一步指出，太平洋板块对大陆板块的斜向俯冲，产生强烈的剪切挤压，诱发弧后小型上地幔热对流，引起地壳的侧向扩张。朱夏（1981，1982）对中国东部大陆裂谷盆地的形成机制，归纳为挤压与岩石圈隆起→侵蚀+岩石圈断裂、变薄并激发地幔垫的形成→进一步断陷→地幔上隆并与之成倒影关系的大面积拗陷。李德生（1982，1983）指出，中国东部板内与板缘的一系列断陷—拗陷盆地所形成的地壳增生，具有双重动力学演化过程。田在艺（1996）认为，由于太平洋板块俯冲方式的改变，在不同时期和不同地区发生上地幔对流调整，岩石圈拉薄，地壳断裂，形成时空上有序分布的被动裂谷断拗陷盆地。李扬鉴等（1996）则认为，中国东部中生代先后受库拉板块与印度板块的斜向挤压，发育平面X型断裂，而以北北东—北东向组占优势，它们在重力作用参与下，以中地壳塑性层为应变空间呈正断层产出，形成断块状或条带状断陷盆地；并将中生代以来的岩石圈伸展构造的形成及演化，分成三个阶段、三个层次：厚皮构造、过渡壳构造和板块构造。此外，长期在石油和地矿部门从事东部及近海的油气资源调查研究与勘探的许多地质家、勘探家，他们从掌握的大量的实际资料出发，对研究区内的裂谷构造、沉积、油气生成、油气藏成藏与油气分布等诸多领域进行了卓有成效的研究，也有不少著述问世。其中，关于渤海湾裂谷盆地复式油气聚集的论述更为世人注目，并在油气勘探开发中产生了重大的社会效益和经济效益。

作者认为，中国东部大陆及其大陆边缘，在进入中生代地裂构造旋回时期，由于分别处于不同的大地构造环境，边界条件、地壳结构和成盆动力学机制等不一致，因此，虽然该区的盆地都曾经历过一定程度的裂陷活动历史阶段，但发展演化的结果差别较大，从根本上决定了盆地的构造地质、沉积层序与含油气丰度及油气分布的不同。

1. 中国东部大陆及大陆边缘中生代各类盆地的成因机制不同

东亚大陆活动大陆边缘 (active continental margin) 上的弧后裂谷—前陆盆地 (东海、松辽等) 的成因, 早期与大陆边缘的左旋剪切活动有关, 成盆期主要受上、中地壳伸展断陷与弧后上地幔热对流的双重动力学机制控制, 后期明显受到沟弧盆体系的向洋迁移 (retroarc) 与新生的弧后裂谷带 (冲绳海槽、日本海等) 扩张断陷产生的横向挤压力的改造。因此, 由于新的弧后裂谷的扩张, 原先老的靠陆一侧的裂谷由断陷转为挤压拗陷, 并随着陆缘残留弧的褶皱隆起, 拗陷中心西移, 拗陷构造层形成向西冲断的正反转构造, 最终形成由弧后裂谷向前陆盆地 (未发展到沉积的磨拉石阶段) 转化的复合型盆地。

南海北部稳定大陆边缘 (passive continental margin) 裂谷系 (珠江口、西沙北海槽、台西南等) 的成因, 主要受红河断裂带右旋剪切与古南海陆块拼合带南北向扩张的动力学机制控制, 产生一系列由陆到洋、由老到新的裂谷盆地。老的靠陆一侧的裂谷盆地受新的靠洋一侧的裂谷盆地的热沉降牵动而产生向洋倾斜; 海相沉积层由洋向陆形成超复披盖。

东部大陆 (craton) 裂谷盆地的成因, 以印支期南北向挤压产生的褶皱隆起与 NNE 向、NNW 向两组具剪切性质的边界大断裂为先导, 晚侏罗纪以来, 在太平洋中生代板块与印度板块分别对中国东部大陆的斜向—正向挤压和重力作用支配下, NNE 与 NNW 向断裂系统——特别是占优势的 NNE 向断裂产生多旋回的剪切—伸展活动, 引起断块体在空间场上不平衡的断陷与断隆。断陷伸展过程中, 断块体沿犁式正断层面两侧反方向转动, 必然以中地壳塑性层为应变空间, 从而逐渐导致断陷区地壳变薄与莫霍面的响应隆起, 形成被动裂谷; 而逐渐增长的莫霍面与上地幔软流圈的隆起, 又势必加剧中地壳的侧向伸展与上地壳的断陷, 形成主动裂谷。可见, 在一定条件下, 所谓被动裂谷与主动裂谷之间并无截然划分的界限, 上、中地壳多旋回伸展断陷和发育比较充分的被动裂谷, 完全有可能转化为受软流圈和地幔柱隆起控制, 发生上地壳断陷的主动裂谷。渤海湾盆地也许就是这种由被动裂谷向主动裂谷演化的裂谷盆地。大陆裂谷伸展断陷的强度和旋回性, 将决定大陆裂谷的发展演化程度和被动裂谷进一步向主动裂谷演化的程度; 相反, 大陆裂谷受挤压的强度和旋回性, 又将决定大陆裂谷衰退、回返或形成残余盆地的程度。

2. 东部大陆裂谷中断裂构造普遍具有走滑—伸展—挤压的复合构造性质

在东部大陆裂谷盆地中, NNE、NE、NNW、NW 等几组方向的断裂相对发育, 特别是 NNE 向断裂, 因其平行郯庐断裂及东部大陆板块的东部边界, 在规模上和数量上占有明显的优势地位。这些不同方向的断层组, 在不同时期和不同构造应力场中, 都可以由不同性质的正断层形式产出。

当中国东部大陆在印支期受南北向挤压时, 形成 NNE、NNW 平面 X 型剪切断裂, 而以平行大规模左行走滑的郯庐断裂等的 NNE 向组大断裂更加发育。

当中国东部大陆在晚侏罗世早白垩世沿 NNW 向强烈挤压 (太平洋中生代板块对东部大陆边缘斜向加速俯冲) 时, 在上地壳隆起的背景上, 产生类似纵弯杆的变形与断裂。其中, NNW 向断裂具有横向张性, NNE、NW 向断裂为压剪性; NEE 向具纵向张性, NE 与近 EW 向断裂为张剪性。

当中国东部大陆晚白垩世早第三纪受到 NE 向强烈挤压 (印度板块向北强烈俯冲, 西隆突出体对中国东部产生的压应力) 时, NNE、NE 向断裂为右行剪切, NNW、NW 断裂为

左行剪切。由于 NNE、NE 向断裂水平扭动方向，与西隆突出体向 NE 向推挤在东部大陆上产生的扭动方向一致，而且平行于西太平洋侧向应变空间，因而更为发育。

当中国东部大陆晚渐新世以来，再次受到太平洋板块向 NNW 方向的加速俯冲，大陆裂谷中的 NNE 向断层几乎受到正向挤压而具有正反转构造性质。

正是由于东部大陆裂谷在成生过程中，经历了多期应力场的转换，与多旋回的剪切（左行、右行）—伸展—挤压构造作用，因此裂谷盆地中的断裂构造带（大多为油气丰度不同的油气聚集带），普遍成为走滑—伸展—冲断变形的构造复合体。许多盆地或断陷边界的断裂构造带，常具有下部正断上部逆冲并与花式构造复合的特征。断陷中一些犁式正断层上盘的同生背斜，在剖面上呈滚动背斜形态，而在平面上又具有拖曳背斜的特征，甚至还有局部的冲断背斜复合。东部大陆裂谷中断裂构造带集多种成因类型构造为一体的复合性质，是大陆裂谷含油气盆地普遍形成复式油气聚集的构造地质基础。

3. 东部大陆裂谷伸展—挤压构造旋回对应成生火山断陷—拗陷沉积旋回

东部大陆地壳在白垩第三纪经历了多期断陷伸展—挤压拗陷构造旋回。裂陷盆地在伸展中形成火山断陷湖盆，建造以玄武岩、半深湖—深湖相暗色泥岩夹浊积砂岩体为标志的伸展断陷期沉积。裂谷盆地在挤压中形成拗陷湖盆沉积，湖盆退缩，三角洲由湖盆边缘向湖盆内部推进，甚至出现大范围的滨浅湖相沉积或咸化的含盐碎屑岩沉积；有的甚至在强烈的挤压过程中基底隆起，盆地回返，以致出现区域性沉积间断。

华北板块基岩刚性较强，先后多期次受中生代太平洋诸板块斜向与正向俯冲，以及印度板块向北俯冲对中国东部大陆产生的斜向压应力支配，渤海湾盆地产生走滑—伸展—冲断多旋回活动，在白垩第三纪形成了四期伸展断陷—挤压拗陷构造旋回，对应成生四期火山断陷—拗陷湖盆沉积旋回，并且在构造作用与沉积作用的加积过程中，由被动裂谷向主动裂谷转化。扬子板块相对塑性较强，虽然也受到多期次中生代太平洋诸板块斜向与正向俯冲及印度板块向北俯冲对中国东部大陆产生的斜向压应力支配，但由于中扬子区更靠近中国西南部，受印支板块产生的 NE 向的压应力较强，下扬子区受东海弧后裂谷热扩张断陷产生的侧向压应力较强。因此，江汉盆地和苏北—南黄海盆地的伸展断陷受到一定程度的抑制，特别是早第三纪中晚期这种抑制作用更显著。所以它们在白垩第三纪内仅有两期伸展断陷—挤压拗陷构造旋回，对应成生两期火山断陷—拗陷湖盆沉积旋回。这正是渤海湾盆地相对长期发育断陷沉积、地壳明显减薄和莫霍面隆起规模较大，并形成相对发育完善的大陆裂谷盆地的原因；而江汉与苏北—南黄海盆地由于断陷沉积持续时期较短，沉积明显退缩，莫霍面隆起规模很小或不具备明显的莫霍面隆起，因此形成衰退的裂谷盆地，甚至在相当长时间内一度抬升成为受削蚀的残余盆地。

第二章 中国东部白垩第三纪沉积盆地 区域地质与构造类型

第一节 中国东部白垩第三纪 沉积盆地地形地貌特征

中国东部，中生代以来形成的沉积盆地，特别是白垩第三纪形成的具有裂谷成因的盛产石油天然气的沉积盆地，主要集中分布在中国东部大陆的平原与湖沼地区，以及近海的大陆架区。众所周知，一个地区的地形地貌，决不单纯是孤立的自然地理景观，它必然和它自身的地质构造特点乃至周围的大地构造背景，存在着深刻的内在联系。

位于中国西南部地形最高处第一台阶的青藏高原，其近东西走向的巍峨的冈底斯山、可可西里山与昆仑山山脉等，代表着白垩纪以来特别是第三纪以来强烈挤压褶皱隆起的板缘造山带；其间的高山草甸与咸水湖星罗棋布的高原内陆湖区，例如羌塘、措勤、比如等盆地，代表着受挤压隆起的中间地块上，经后期强烈挤压和剥蚀改造后，残存着的晚古生代—中生代海相与陆相沉积盆地；一些深切而狭长的河谷带，如雅鲁藏布江与三江等河谷带，大体蜿蜒于板块俯冲带的位置。

地形第二台阶的中国中西部地区，属于近东西向盆山体系与近北东向盆山体系的交汇区。近东西走向的大型山脉，如阿尔泰山、天山、祁连山等，与近北东走向的大型山脉，如贺兰山、龙门山、大兴安岭与太行山等，分别属于燕山期以来受南北向强烈挤压升起的褶皱隆起带，或在南北向挤压下地壳向东侧向蠕变形成的褶皱冲断带。在山脉之间或山脉前缘的戈壁、沙漠、高原和内陆盆地，往往是古老的克拉通及其边缘中生代前陆拗陷复合盆地的位置，部分还有第三纪以来的断陷叠合。形成的盆地主要有塔里木、准噶尔、吐鲁番、酒泉、鄂尔多斯与四川等大中型沉积盆地。近东西走向与近北东走向的盆山体系在陕甘宁与川鄂一带的交汇，实际上包涵着古亚洲构造域与滨西太平洋构造域在这里的斜截、归并与叠复关系。地形第二台阶的东部，即鄂尔多斯与四川盆地一带，明显具有从青藏高原向东部平原在地形地势和地壳构造上的过渡性质。

大兴安岭、太行山、巫山、武陵山一带以东，是中国大陆上地势低平的第三台阶，即中国东部大陆与沿海大陆架区。在这个地区内，广阔的东北、华北、江汉、苏北等河湖平原之下，水深20m至40m不等的渤海、黄海与北部湾等陆表海之下，辽阔的平缓倾斜的东海大陆架与南海大陆架之下，隐伏着主要是具有白垩第三纪巨厚沉积的裂谷盆地或由裂谷原型盆地演化而来的大陆边缘前陆盆地，如松辽、依兰—伊通、渤海湾、江汉、苏北—南黄海、东海、珠江口等沉积盆地。大陆坡上的边缘海区，即冲绳海槽与西沙海槽的位置。海槽两侧为陡峭的山地，狭长的海槽内至少有第三纪以来的海相沉积，有的地段还出现一些海底火山，槽内常有地震发生。它们都是断陷沉降幅度远远超过沉积幅度的新生裂谷带（图2-1）。位于西沙、中沙与南沙等群岛之间的是南海中部的深海平原—南海中央海盆，属于晚第三纪强烈扩张的原洋裂谷盆地；内中的沉积物有放射虫软泥、火山灰、红层等深海远洋沉积，还有

许多高差达数千米的海底山散布在深海平原之上，更是典型的晚第三纪以来迅速沉降，沉积物来不及补偿形成的深海沉积盆地。

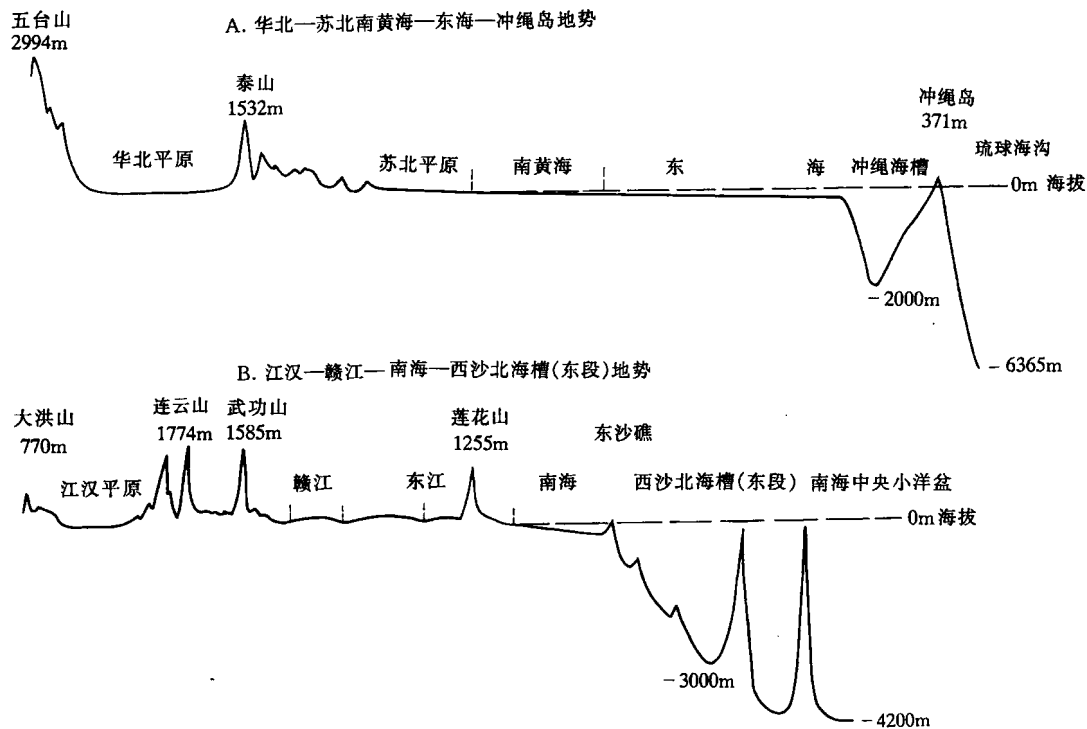


图 2-1 中国东部大陆—大陆架—大陆边缘地势

从中国东部大陆平原与沿海大陆架斜坡，到大陆坡附近的边缘海以及远洋上的深海平原，地势逐渐降低，新生代沉积盖层时代变新，沉积厚度变薄，沉积物的海相沉积成分逐渐增加，而地壳性质由陆壳变为过渡壳甚至变为洋壳。

位于中国东部大陆平原区边缘与大陆架边缘，并与它们走向一致的海拔一千多米的山系、数百米的低山丘陵区、大陆边缘海下隆起带与露出海面的岛弧隆起带等，主要为北东—北北东向，如张广才岭、老爷岭、胶辽隆起、浙闽粤隆起、东海大陆边缘隆起（钓鱼岛隆褶带）、东沙—神狐暗沙隆起与日本—琉球—台湾岛弧带等，它们都是中生代以来，受太平洋诸板块等斜向与正向俯冲，伴随白垩第三纪盆地断陷、拗陷活动形成的基岩褶断隆起带、岩浆侵入带与火山活动带。在中国东部大陆上各大平原之间，也有一些近东西走向的山脉的段落出现，如燕山、大别山等，它们无疑是早先在南北向挤压下，在华北板块南北两侧边缘形成的近东西走向的造山褶皱隆起带，后来又被中生代以来北东—北北东向断裂的断块活动改造，出现了块断的褶皱山段的地形地貌景观。位于大别山中的南阳盆地，正是近东西向断层与北东—北北东向断层交汇处形成的白垩第三纪沉积盆地。

第二节 中国东部白垩第三纪沉积盆地区域地质

中国东部大陆及大陆边缘上的白垩第三纪沉积盆地、大型褶断隆起带与火山—岩浆活动

带，明显受 NE—NNE 向深大断裂带的控制，并且沿着这些深大断裂带的走向延伸。在中国东部大陆上具有 NE—NNE 向优势的白垩第三系盆地，在一些大陆板块拼合带的特定位置上，又被近 EW 走向或 NW 走向的褶皱隆起带斜截，因此，从北到南分成了吉黑、华北、中下扬子、东海、南海与莺歌海等六个裂谷系。每个裂谷系都由 1~2 个以上较大型的裂谷盆地为主体，以及在它周围毗连着许多小型的地堑盆地组成。

东部大陆内部的白垩第三纪裂谷系，主要受纵贯该区的 NNE 走向的依兰—伊通与邻庐断裂带及与之对应的嫩江—白城、太行山东与武陵山等断裂带的控制，并且被近 EW 向的内蒙地轴与大别山褶皱带及 NE 向的鲁苏隆起带所截，被分成了三段。北段为吉黑裂谷系，以具有裂谷原型的松辽盆地，与依兰—伊通及敦化—密山等裂谷盆地为主体；中段为华北裂谷系，以渤海湾与南华北等盆地为主体；南段中下扬子区，分别以江汉与苏北—南黄海等裂谷盆地为主体。

东南沿海的白垩第三纪裂谷系，总体受 NNE 向的西太平洋俯冲带与近 EW 向南海扩张轴控制，并在台湾岛与海南岛被分成三部份。北部为 NNE 向的东海裂谷系，以东海盆地与冲绳海槽等向洋迁移的裂谷盆地为主；南部近 EW 向的南海裂谷系，由珠江口、琼东南等裂谷盆地组成；并在西南部被 NW 走向的红河—莺歌海裂谷系斜截（图 2-2）。

一、吉黑裂谷系

经多期拼合增生形成的吉黑陆块上，晚侏罗早白垩世以来，多旋回断陷形成的裂谷系，主要沿 NE—NNE 方向的嫩江—白城、孙吴—双辽、哈尔滨—四平、依兰—伊通、敦化—密山等深大断裂带，以及 NW—EW 向的滨洲—肇东与西拉木伦河等深大断裂带分布，并分别控制了不同时期裂谷断陷带的生成与演化。NNE 向的嫩江—白城、孙吴—双辽与哈尔滨—四平断裂带，主要控制了松辽盆地晚侏罗早白垩世裂谷断陷带的优势走向。这些断陷带向北已延伸到俄罗斯境内；向南基本止于近 EW 走向的西拉木伦河与化德—开原断裂带之间。这种地质构造现象暗示，晚泥盆世至早石炭世发生的中朝大陆板块与西伯利亚大陆板块之间的吉黑边缘海或古亚洲洋的闭合（王鸿祯，1982；郡济安，1991），以及随后在西拉木伦河一带形成的蛇绿岩混杂带与褶皱冲断带，它们在中、晚侏罗世期曾经再度活跃，在它们附近形成总体上为近 EW 向，而单体为 NE 向的裂陷带与火山喷发带，并且从宏观上限制了松辽盆地晚侏罗早白垩世断陷带的继续向南延伸。在松辽盆地内占主导地位的李NE 向的地壳等厚线，至西拉木伦河与化德—开原断裂带附近，也逐渐转为近 EW 向。依兰—伊通与敦化—密山断裂带，具有多期断陷与长期活动的特点，南段相对发育晚侏罗早白垩世的断陷，北段相对发育早第三纪断陷，并有强烈的基性、超基性火山岩喷发（图 2-3）。

向东越过完达山、长白山，进入俄罗斯与朝鲜东北部，至锡霍特山陆缘火山带与日本西海岸可能存在的一组深大断裂组成的断阶带附近，就出现了晚渐新世晚期以后新生成的日本海裂谷系。其水深最深处可达 3600 多米，地壳已具有过渡壳和部分洋壳的性质。

向西越过大兴安岭，进入了由 NEE—NE 向的东乌珠穆沁与额尔古纳等深大断裂控制的内蒙裂谷系，内中普遍发育着近东西向的中下侏罗统含煤盆地被北东向的晚侏罗早白垩世裂谷叠复改造的盆地群；充分显示了滨西太平洋构造域对古亚洲洋构造域的激发活动与叠加改造。

1. 松辽盆地

据吉林、黑龙江、辽西、冀北与内蒙古等区地质构造特征分析（吉林省区域地质志，

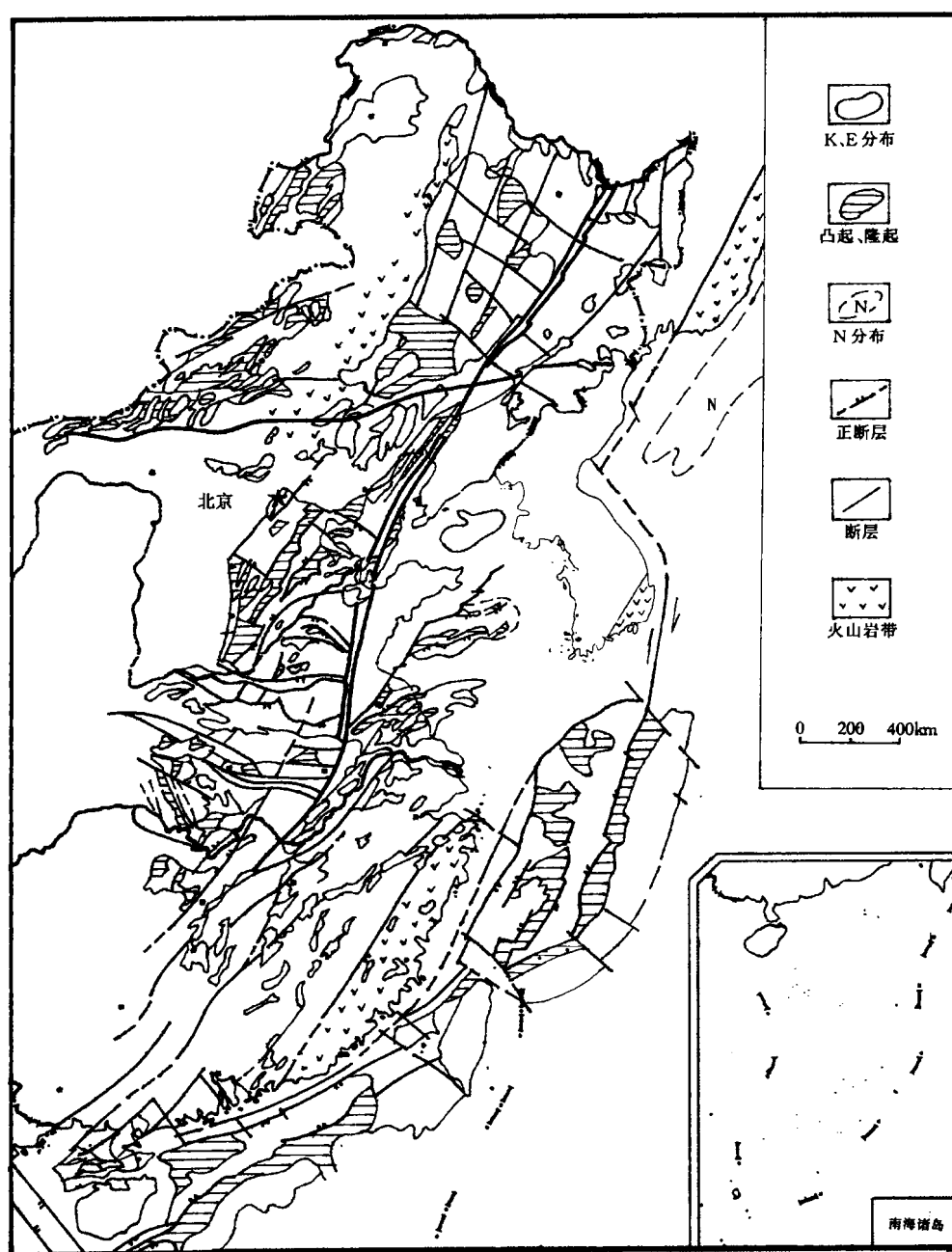


图 2-2 中国东部大陆及近海裂谷系区域地质构造图

1988; 辽宁省区域地质志, 1989; 河北省区域地质志, 1989; 内蒙古自治区区域地质志, 1991; 黑龙江省区域地质志, 1993), 松辽盆地西南部等地区, 中晚侏罗世就有多次的断陷、逆冲与火山活动发生, 产出英安岩、流纹岩、安山岩及含煤碎屑岩, 层位归属于中侏罗统白城组与上侏罗统火石岭组。但是, 更大规模的断陷伸展活动是在早白垩世早中期 ($135 \sim 110\text{Ma} \pm$), 即太平洋方面中生代板块对东亚大陆边缘由NNW向斜向加速俯冲变为向N减

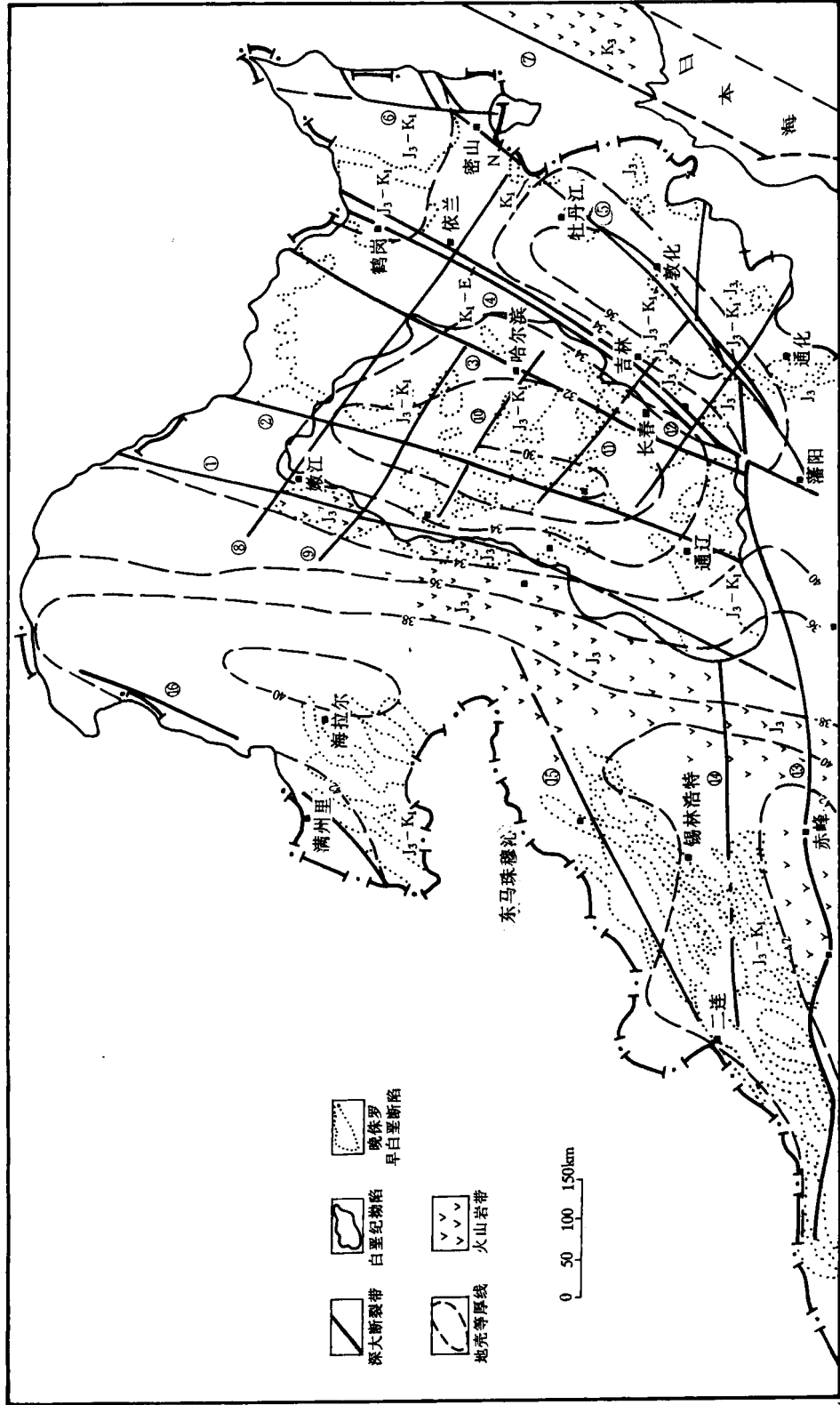


图 2-3 内蒙—吉黑—日本海中生代—新生代裂谷系区域地质构造图

①嫩江—白城壳断裂；②孙吴—双辽壳断裂；③太平山—肇东大断裂；④伊兰—伊通超壳断裂；⑤敦化—密山壳断裂；⑥南北河—勃利壳断裂；⑦明水北—富裕壳断裂；⑧滨洲—肇东壳断裂；⑨扶余—吉林大断裂；⑩范家屯—长白山大断裂；⑪川井—开远超壳断裂；⑫西兰木伦壳断裂；⑬二连—车乌珠穆沁断裂